

UNTERSUCHUNG ÜBER
VERFÄRBUNGEN UND FÄULEN
NACH GRÜNÄSTUNG AN FICHTE

Anneliese Schlegl-Bechtold



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNTERSUCHUNG ÜBER VERFÄRBUNGEN UND FÄULEN
NACH GRÜNÄSTUNG AN FICHTE

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von
Anneliese Schlegl-Bechtold

München 1985

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Horst Schulz
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Peter Burschel

Tag der mündlichen Prüfung: 23. 07. 1985

VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand auf Anregung von Herrn Professor Dr. H. SCHULZ, Leiter des Instituts für Holzforschung der Ludwig-Maximilians-Universität München, dem ich für die Überlassung des Themas, die Stellung eines Arbeitsplatzes und für die Förderung der Untersuchungen zu besonderem Dank verpflichtet bin.

Besonderen Dank schulde ich ebenfalls der Akademischen Direktorin Frau Dr. H. V. AUFSESS für ihre große Hilfsbereitschaft und die vielen fachlichen Ratschläge und Anregungen.

Zugleich möchte ich allen Institutsangehörigen recht herzlich danken, die an den verschiedenen Schritten dieser Arbeit beteiligt waren und die durch ihre Mithilfe und ihre Erfahrungen zum Gelingen beigetragen haben. Die exakte Auftrennung der Äste und die Zurichtung der Laborproben mit der Bandsäge erfolgte durch Herrn F. AIGNER und Herrn A. PERSCHINA. Die Bestimmung der Pilzkulturen übernahm Frau CH. LIED. Die Mikroschnitte wurden von Frau S. HÜTTL angefertigt. Die graphischen Darstellungen sind in Zusammenarbeit mit Frau E. GRAESSLE und Herrn E. GLAS entstanden. Herr R.R. ROSIN hat die photographischen Laborarbeiten durchgeführt. Wichtige Unterstützung bei der Auswertung des Datenmaterials mit Hilfe des Institutsrechners erhielt ich durch Frau E. PHILIPP und Herrn Dr. G. BÖHNER, der auch die Programme erstellte.

Wertvolle Hinweise auf geästete Bestände verdanke ich dem Waldbaureferat der Bayerischen Staatsforstverwaltung und der Forstdirektion Stuttgart. Die Untersuchung wurde durch zahlreiche Forstbetriebe unterstützt, die Material für die Untersuchung zur Verfügung stellten. Den Amtsvorständen und Revierbeamten, aus deren Forstämtern bzw. Revieren geästete Fichten entnommen werden konnten, danke ich für die freundliche Überlassung und für die Auskunft über ihre Ästungsmaßnahmen. Das gleiche gilt für die Verwaltungen der Großprivatwälder und die Besitzer von Kleinprivatwäldern, die Probestämme zur Verfügung stellten.

Besonders zu danken habe ich den Forstarbeitern, die die Fällarbeiten ausgeführt haben.

Die Reinschrift der Arbeit wurde dankenswerterweise von Frau E. GRESKA vorgenommen.

Herzlichen Dank der Centralen Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft m.b.H. (CMA), die diese Arbeit finanziell gefördert und damit erst möglich gemacht hat.

München, im Mai 1985

Anneliese Schlegl-Bechtold

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literaturangaben über Fäule- und Verfärbungs- erscheinungen nach Grünästung der Fichte	4
2.1 Allgemeines	4
2.2 Erfahrungen bei der Entnahme lebender Äste zur Nutzung sowie zur Wald- und Baumpflege	5
2.3 Grünästung als Maßnahme zur Verbesserung der Holzqualität	6
2.3.1 Beispiele für negative Beurteilungen der Grünästung an Fichte wegen möglicher Holz- verfärbungen und -fäulen	6
2.3.2 Beispiele für positive Stellungnahmen zur Grünästung von Nadelholz und speziell der Fichte	11
2.4 Richtlinien verschiedener Landesforstver- waltungen zur Grünästung der Fichte	15
3. Material und Methoden der eigenen Unter- suchungen	17
3.1 Auswahl der Probestämme	17
3.2 Beschreibung der Probestämme	19
3.3 Analyse der Aststümpfe	25
3.3.1 Anatomische Merkmale als Voraussetzung für die Erfassung der Astdaten	25
3.3.2 Erfassung der Astdaten	31
3.4 Erfassung von Verfärbungs- und Fäuleer- scheinungen als Folge der Grünästung	37
3.5 Ermittlung der beteiligten Pilzarten	40
3.6 Mikroskopische Untersuchungen	41
3.7 Auswertung des Zahlenmaterials	43
4. Ergebnisse der eigenen Untersuchungen	44
4.1 Untersuchungen an Stammquerschnitten im Be- stand	44
4.2 Übersicht über die im Labor analysierten Aststümpfe	48
4.2.1 Häufigkeit und Größe der nach Grünästung verbliebenen Aststümpfe	48
4.2.2 Aststümpfe mit Wulstanschnitt	53

	Seite
4.3 Auswirkungen der Grünästung auf den Gesundheitszustand des Fichtenholzes	58
4.4 Mögliche Ursachen der Holzverfärbungen und -fäulen	70
4.4.1 Der Einfluß des Wulstanschnitts auf die Entstehung von Folgeschäden	70
4.4.2 Der Einfluß des Astdurchmessers auf die Entstehung von Folgeschäden	75
4.4.3 Einfluß der Ästungstechnik auf die Entstehung von Folgeschäden	81
4.4.4 Der Einfluß der Jahreszeit auf die Entstehung von Folgeschäden	85
4.4.5 Einfluß durch bereits vorhandene Stammfäulen auf die Entstehung von Folgeschäden	90
4.5 Aststümpfe mit Verfärbung oder Fäule im astumgebenden Stammholz, die nicht eindeutig der Grünästung zugeordnet werden kann	92
4.6 Ermittlung der Fäuleerreger und der übrigen beteiligten Pilzarten	94
5. Schlußbetrachtung	104
6. Zusammenfassung	108
7. Literaturübersicht	112
8. Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen	121
8.1 Verzeichnis der Tabellen	121
8.2 Verzeichnis der Abbildungen	123

1. EINLEITUNG

In der Holzverwendung gilt die Ästigkeit als bedeutender Fehler, der nach Untersuchungen von TAFTE (1954) an Fichte in rund 80-90 % der Fälle bei der Bewertung von Fichtenschnittholz sortierungsentscheidend ist. Vom biologischen Standpunkt aus ist die Ästigkeit natürlich und innerhalb bestimmter Grenzen unvermeidbar. Astreine Holzschichten können erst entstehen, wenn die abgestorbenen Äste abgebrochen und die verbliebenen Aststümpfe überwallt sind. Der zeitliche Ablauf der Astreinigung ist ein arttypisches Merkmal, nach dem die Baumarten unterschieden werden können in solche, die ihre Äste über lange Zeit hinweg erhalten (Totast-Erhalter) und solche, die sich verhältnismäßig rasch von ihren Ästen reinigen (Totast-Verlierer) (SCHULZ, 1959). Die Fichte gilt als typischer Totast-Erhalter. Nach einer Untersuchung von KÖSTER (1934) können die toten Äste bis zu 90 Jahre am Stamm sichtbar bleiben. Der Prozeß der natürlichen Astreinigung kann durch enge Bestandesbegründung und entsprechende Bestandesbehandlung gefördert werden. Eine höchstmögliche Astreinheit ist bei der Fichte jedoch nur durch eine rechtzeitig und sachgemäß ausgeführte Ästung zu erreichen (WIEDEMANN, 1937; MAYER-WEGELIN, 1952; v. PECHMANN und SCHAILE, 1955; BERNHART, 1960; KRAMER, 1969).

Die Ästung ist eine wesentliche Voraussetzung zur Produktion von qualitativ hochwertigem Holz. Durch die heute übliche Bestandeserziehung, die von geringeren Stammzahlen ausgeht und damit zu einem späteren Absterben der Äste führt, gewinnt die Wertästung zukünftig zunehmend an Bedeutung.

Für die Wertästung stehen zwei Verfahren - Trocken- und Grünästung - zur Auswahl. Bei der Trockenästung (= Totästung) werden die bereits toten Äste entnommen, d.h. das Absterben der Äste wird abgewartet. Zu diesem Zeitpunkt ist an der Astbasis von Nadelbäumen bereits eine Schutzbarriere in Form eines Harzkegels angelegt, der über den ganzen Astquerschnitt reicht und der bei der später einsetzenden Vermorschung des Aststumpfes ein Übergreifen von Astabbaupilzen in den Stamm verhindert

(BRUNN, 1935; DIETRICH, 1973; v. AUFSESS, 1975). Diese Ästungsart gilt daher im Hinblick auf die mögliche Entstehung von Verfärbungs- und Fäuleerscheinungen als unproblematisch. Durch die Trockenästung wird zwar der innere ästige Kern des Stammes verkleinert, jedoch kann er in vielen Fällen - insbesondere bei den jetzt gebräuchlichen weiten Pflanzverbänden - nicht auf das geforderte innere Drittel des Enddurchmessers beschränkt werden (SCHULZ, 1961). Hinzu kommt noch, daß die Äste innerhalb eines Quirls zu sehr unterschiedlichen Zeiten absterben können (SCHULZ, 1977), so daß die für die Schnittholzsortierung besonders negative Schwarzastbildung nicht vollständig vermieden werden kann.

Im Gegensatz zur Trockenästung werden bei der Grünästung (= Lebendästung) lebende Äste entfernt. Dieses Verfahren ermöglicht ein früheres Eingreifen bzw. die Einbeziehung höherer Stammteile. Die Äste sind zu diesem Zeitpunkt noch kleiner und mit dem Stammholz fest verwachsen. Der ästige Kern wird reduziert, dadurch eine bessere Schnittholzqualität erreicht und die Ausbeute an astfreiem Nutzholz gesteigert. Bedenken gegen die Grünästung kommen aus der Überlegung, daß durch das Fehlen einer Schutzzone das Eindringen von Wundfäuleerregern in den Stamm erleichtert wird. Diese Tatsache ist das Hauptargument gegen die Grünästung an der Fichte. Erstaunlicherweise wird die Grünästung an anderen Nadelhölzern wie Tanne, Lärche und Douglasie als weniger bedenklich beurteilt (MAYER-WEGELIN, 1936; KÖSTLER, 1950; KNIGGE und SCHULZ, 1966).

Neben den möglichen Folgen für den Gesundheitszustand des Holzes ist mit der Grünästung eine Verkleinerung der lebenden Krone verbunden, was Auswirkungen auf den Durchmesser- und Höhenzuwachs haben kann (MAYER-WEGELIN, 1936; NÄGELI, 1952; MAR:MÖLLER, 1960; MATYAŠ, 1965; ZUMER, 1964-66; POLGE, 1967; MITSCHERLICH und v. GADOW, 1968; KELLER, 1968; WILHELMI, 1968). In der seit langem anhaltenden Auseinandersetzung über die Grünästung der Fichte waren diese Auswirkungen aber nie so umstritten wie die mögliche Gefahr einer Pilzinfektion.

Die Untersuchungen von OLISCHLÄGER (1969) zeigen, daß bei rechtzeitig und sorgfältig geästeten Fichten mit einem hohen

Wertzuwachs zu rechnen ist. ABENEY (1981) und SCHÖLZKE (1982) kommen bei der Zusammenstellung von Verkaufsergebnissen wertgeästeter Fichten zu ähnlichen Resultaten.

Trotz dieser wirtschaftlichen Anreize, die hinsichtlich einer pfleglichen Grünästung sehr positiv stimmen, ist diese bis heute umstritten. So ist die Grünästung im bayerischen Staatswald verboten, während sie in hessischen Vorschriften bereits eine lange Tradition hat. Auf Grund dieser gegensätzlichen Anweisungen verschiedener Forstverwaltungen zur Grünästung der Fichte, den Zweifeln, daß das Verhalten von Fichten gegenüber Fäulepilzen trotz gewisser standörtlicher Unterschiede so gegensätzlich ausfallen soll und vor allem im Zusammenhang mit der Anwendung weiterer Pflanzverbände bei der Bestandesbegründung und dem damit verbundenen späteren Absterben der Äste, erschien es dringend erforderlich, Häufigkeit und Umfang von Holzverfärbungen bzw. -fäulen als Folge der Grünästung der Fichte festzustellen. In den bisher durchgeführten Untersuchungen ist dieses Problem immer nur am Rande behandelt worden.

Ausgehend von widersprüchlichen Angaben in der Literatur und in den Ästungsrichtlinien der Länder, ist es das Ziel der vorliegenden Arbeit, die Auswirkungen der Grünästung auf den Gesundheitszustand des Fichtenholzes zu analysieren. Das Vorgehen wurde dazu in folgende Schritte unterteilt:

1. Die frühe forstliche Literatur war auf Erfahrungen und Beobachtungen über Folgeschäden nach Grünästung zu durchsuchen.
2. Anhand von umfangreichem, breit gestreutem Material aus dem süddeutschen Raum sollte ermittelt werden, ob und in welchem Ausmaß Holzverfärbungen bzw. -fäulen durch Grünästung verursacht werden.
3. Beim Auftreten von Folgeschäden waren die Bedingungen festzustellen, die möglicherweise zu einer Pilzinfektion geführt haben.
4. Die an Holzverfärbungen und -fäulen beteiligten Pilzarten waren zu ermitteln.

Die Ergebnisse sollen zur Klärung der Widersprüche bei der Beurteilung der Grünästung an Fichten beitragen. Weiterhin werden aus den Untersuchungsergebnissen Anregungen und Empfehlungen für die forstliche Praxis erwartet.

2. LITERATURANGABEN ÜBER FÄULE- UND VERFÄRBUNGSERSCH EINUNGEN NACH GRÜNÄSTUNG DER FICHTE

2.1 Allgemeines

Nach MAY (1889/90/91) wurde die Ästung in Deutschland bereits im 18. Jahrhundert praktiziert. MAYER-WEDELIN gibt in seinem 1936 erschienenen Buch "Ästung" einen historischen Überblick. Anhand der Zahl der Veröffentlichungen unterscheidet er drei große Ästungswellen. Die erste Ästungswelle im 18. Jahrhundert, die zweite von 1860 bis 1890 und die dritte ab 1920, die nach heutiger Kenntnis durch den 2. Weltkrieg beendet wurde. Seit den 50er Jahren wird diese waldbauliche Maßnahme wieder mehr beachtet und gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Im 18. und am Anfang des 19. Jahrhunderts, während der von MAYER-WEDELIN so bezeichneten ersten Ästungswelle, waren die Gründe für die Ästung noch sehr verschieden (z.B. Ästung zur Gewinnung von Brenn-, Streu- und Futtermaterial; Ästung zur Minderung der Feuer- und Insektengefahr usw.). Die Qualitätsästung stand damals noch nicht so sehr im Vordergrund wie in den nachfolgenden Perioden. Erst in der zweiten und dritten Ästungswelle wurde mit der Ästung zunehmend eine Verbesserung der Holzqualität angestrebt. Während dieser Zeiten entwickelte sich eine lebhaft e Diskussion über die Vor- und Nachteile der Ästungsmethoden.

Die Auseinandersetzung über mögliche Fäuleschäden als Folge der Grünästung stellte den Schwerpunkt dieser Literat urauswertung dar.

2.2 Erfahrungen bei der Entnahme lebender Äste zur Nutzung sowie zur Wald- und Baumpflege

In frühen Lehrbüchern von BECKMANN (1758/59/63), v. BROCKE (1768), v. BURGSDORF (1787), DÄZEL (1790), FINGER (1802) und G.L. HARTIG (1809/31) wird bereits das Entfernen von lebenden Ästen erwähnt, wobei darunter verschiedene Nutzungsmaßnahmen (z.B. Brenn-, Futter- und Streumaterial) verstanden worden sind. Mit Ausnahme von Eiche und Buche wird auf die einzelnen Baumarten nicht eingegangen. Mehrfach wird jedoch darauf verwiesen, daß das Aufästen oder Schneiteln (Ästung zur Streugewinnung) bei Nadelhölzern zu unterlassen ist, da es den Baum im Wachstum hindert und Fäulnis zur Folge hat. Das Ästen wurde aber auch zum Zweck der Wald- und Baumpflege (z.B. Begünstigung anderer Stämme durch Schutzästung; Beschleunigung des Höhenwuchses), der Freistellung von Wegen und Grenzen und der Waldverschönerung ausgeführt (v. MÜHLEN, 1873; MAY 1889/90/91; BORGGREVE, 1891). Die Ästung zur Streugewinnung war in vielen Alpengegenden und besonders in den Mittelwäldern von großer Bedeutung (MATTL, 1927; KÖSTLER, 1950).

Diese Entnahmen von grünen Ästen wurden meist sehr unpfleglich durchgeführt und hatten zwangsläufig schwere Schäden zur Folge. MAYER-WEGELIN (1936) spricht in diesem Zusammenhang von "roh getriebener Ästerei". In der Diskussion um mögliche Fäuleschäden dürfen diese Vorgehensweisen nicht unberücksichtigt bleiben, da nicht ausgeschlossen werden kann, daß die negativen Auswirkungen dieser Aufästungen im Laufe der Zeit auf die Wertästung übertragen worden sind. Dagegen vermerkt BURCKHARDT (1865), daß die Fichte eine starke Ästung verträgt, wie die geschneitelten Stämme in der Nähe von Gehöften beweisen.

2.3 Grünästung als Maßnahme zur Verbesserung der Holzqualität

Nach MAYER-WEGELIN (1936) gewinnt die Ästung zur Erhöhung der "Nutzholzausbeute" im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts zunehmend an Bedeutung. So berichtet z.B. KALKHOF (1864) über Ästungsversuche an Fichte im Gräflichen Isenburg- und Büdingen-Wächtersbach'schen Forstrevier Breitenborn.

Im Zuge des steigenden Interesses an der Ästung zur Wertholzerzeugung nimmt auch die Diskussion über das Für und Wider der Ästung ganz allgemein zu, hauptsächlich aber über die Folgeschäden der Grünästung. Bereits 1886 veröffentlichten DANKELMANN et al. einen allgemeinen Arbeitsplan für forstliche Ästungsversuche, in dem als ein Hauptziel die Erforschung der nachteiligen Auswirkung der Grünästung auf die Gesundheit des Stammes beschrieben wird.

2.3.1 Beispiele für negative Beurteilungen der Grünästung an Fichte wegen möglicher Holzverfärbungen und -fäulen

Ein erster gewichtiger Einwand gegen die Grünästung im allgemeinen kommt von GÖPPERT (1873), der sich in seinen Studien in der Hauptsache mit Obstbäumen und Eichen beschäftigt und Nadelbäume nur am Rande behandelt. Nach Angaben von R. HARTIG (1875) richtet sich GÖPPERT gegen das von den beiden Franzosen DE COURVAL und DES CARS beschriebene Ästen dicht am Stamm. Nach GÖPPERT's Meinung kommt es zwar zu einem raschen Wundschluß, aber unter der sich schließenden Wunde soll sich die Fäule fortentwickeln. Dazu ergänzt ALERS (1876), daß GÖPPERT im Schlesischen Jahrbuch von 1872 durch Abbildungen über die "inneren Zustände der Bäume nach äußeren Verletzungen, besonders der Fichte und Obstbäume" seine Auffassung über die nachteiligen Folgen der Ästung unterstreicht.

Neben GÖPPERT finden sich hauptsächlich in schweizer Forstzeitschriften Autoren, die sich gegen die Grünästung aussprechen. So empfiehlt LANDOLT (1878/81) das Abschneiden von grünen Ästen bei "Rothtanne" gänzlich zu unterlassen, da es den Zuwachs schwächt und die Gesundheit der Bäume gefährdet. Stadtförster SCHMUZIGER (1910) argumentiert, daß die Fichte gegenüber der Grünästung

sehr empfindlich ist. Da mit der Grünästung die Infektionsgefahr beträchtlich erhöht wird, beschränkt SCHMUZIGER die Maßnahme auf dürre Äste und solche, die bereits im Absterben begriffen sind. ENGLER (1901) lehnt die Grünästung der Fichte mit dem Hinweis ab, daß die Abnahme grüner Äste starken Harzfluß zur Folge hat, der die Lebensprozesse des Baumes stark beeinträchtigt. Bezug nehmend auf "den technischen Wert aufgeästeter Fichtenstämme" fügt er noch an, daß diese auf Grund der dunklen Harzflecken eine minderwertige Brettware liefern.

In keiner der genannten Arbeiten von LANDOLT, SCHMUZIGER und ENGLER werden entsprechende einschlägige Untersuchungsergebnisse angeführt. Dies läßt darauf schließen, daß die Aussagen hauptsächlich auf Beobachtungen beruhen. Auch einigen Beiträgen von Praktikern als Erwiderung auf einen Vortrag von v. SALISCH (1904) im Jahrbuch des Schlesischen Forstvereins ist zu entnehmen, daß die Grünästung von Nadelholz kritisch beurteilt wird.

Ab Beginn der 30er Jahre beeinflusste MAYER-WEGELIN stark die Diskussion über die Ästung und ihre Folgen. Dies bezieht sich hauptsächlich auf seine ablehnende Haltung gegenüber der Grünästung der Fichte. Auf Grund von Literaturstudium und Nachforschungen kommt er zu der Feststellung: "Reine Grünästung der Fichte führt zur Fäule". Als Beispiel verweist er zum einen auf eine aktuelle Untersuchung von KOEHLER (1934) und zum anderen auf ältere Nadelholz-Ästungen, die von LELBACH, LAKARI und RATZKA durchgeführt worden waren und deren negative Ergebnisse er bereits in einer früheren Veröffentlichung (1933) beispielhaft angeführt hat. Nähere Angaben aus den einzelnen Arbeiten erwähnt MAYER-WEGELIN nur teilweise, obwohl diese möglicherweise eine Erklärung für den starken Fäulebefall enthalten. Die wichtigsten Daten dieser Untersuchungen sind in TAB. 1 zusammengestellt. Bei den Untersuchungen von LAKARI (1920), der fast immer negative Auswirkungen nach Grünästung feststellt, hatte die Ästung primär den Zweck der Streugewinnung und wurde an Fichten im Alter von 30-70 Jahren ausgeführt. Diese Maßnahme erstreckte sich auf 33-66 % der Kronenlänge. Die Ästungen im Murgschifferschaftswald, die LELBACH schon 1859 beschreibt, wurden an verhältnis-

mäßig alten Fichten mit dem Beil zu verschiedenen Jahreszeiten durchgeführt. LELBACH, der von der Badischen Forstverwaltung den Auftrag erhalten hatte, den Einfluß des Aufästens der Nadelhölzer auf ihren Gebrauchswert zu untersuchen, unterscheidet bei seiner Beurteilung nach der Art der Ästungstechnik und beschreibt Fäuleschäden und Verfärbungen nur bei den unebenen, splittrigen Ästungswunden. Er zieht aus den Gegebenheiten folgenden Schluß: "Die Ursache der krankhaften Zustände lag also nicht in der Abnahme der Äste, sondern ganz allein darin, daß dabei nicht mit der gehörigen Vorsicht zu Werke gegangen wurde..". Von der Revierverwaltung des Murgschifferschaftswaldes wurde MAYER-WEGELIN aber mitgeteilt, daß die Grünästung der Fichte inzwischen grundsätzlich aufgegeben worden sei, da häufig auch an den sorgfältig grüingeästeten Fichten Faulstellen vom Ästungsschnitt ausgehen. Zusätzlich wurden von MAYER-WEGELIN die von RATZKA ebenfalls bereits im letzten Jahrhundert vorgenommenen Ästungen im Kubinsky'schen Forst- und Patronatsamt in Wolfsberg angeführt. Auf seine Nachfrage bei der Forstverwaltung erhält MAYER-WEGELIN die Auskunft, daß alle seinerzeit grüingeästeten Fichten faul und für Nutzholz unbrauchbar waren. Im Gegensatz zu den genannten Arbeiten von LAKARI und LELBACH enthalten die Aufsätze von RATZKA (zusammengefaßt in MICKLITZ 1859/60) leider keine konkreten Angaben zu den Ästungen. RATZKA gibt in einem seiner Aufsätze im Abschnitt "Schneideln der Fichte" nur an, daß die Äste der Fichten wie bei der Kiefer dicht neben dem Stamm abgesägt worden sind.

Auch bei den bereits erwähnten, späteren Untersuchungen von KOEHLER (1934), der ebenfalls mehrfach Fäule nach Ästung feststellte, wurden die starken grünen Äste mit dem Wulst glatt am Stamm abgesägt (TAB. 1). Auf den Hinweis eines möglichen Zusammenhangs zwischen Schnittführung und Pilzinfektion im Rahmen dieser Arbeit wird von MAYER-WEGELIN nicht eingegangen. Im weiteren führt MAYER-WEGELIN vermutlich persönliche Mitteilungen über Untersuchungen von ROSSMÄSSLER und GEHRHARDT an. ROSSMÄSSLER erzielte in einem grüingeästeten Fichtenbestand ein Hiebsergebnis von 67 % Nutzholz und 33 % durch Ästungsfäule verursachten Anbruch. Ein ganz anderes Resultat ergaben die von GEHR-

HARDT angelegten Versuche in Kattenbühl. Von den nach Grünästung verbliebenen Aststümpfen im unteren Stammteil waren nur 3 % faul.

In zahlreichen Veröffentlichungen deutschsprachiger Autoren der damaligen Zeit findet sich die Lehrmeinung von MAYER-WEGELIN wieder (MÜLLER-THOMAS und SCHÜLER, 1934; v. PECHMANN, 1934; ARNS-WALDT, 1935; ROSENFELD, 1936; LEIBER und MÖRMANN, 1936; WIEDEMANN, 1937; SCHMIED, 1938; OLBERG, 1939; ROHMEDE, 1939; NEUNHOEFFER, 1939; KNUCHEL, 1940). Ohne Hinweis auf mögliche Fäuleschäden empfiehlt KÖSTLER (1950) unter Berufung auf MAYER-WEGELIN, bei der Fichte grüne Äste nicht direkt am Stamm zu entfernen, sondern einen 15-30 cm langen Stummel zu belassen.

CURTIS (1938) bestätigt durch eigene Ergebnisse den Standpunkt von MAYER-WEGELIN. Von 65 untersuchten Aststümpfen mit Durchmesser bis 0.5 inch (ca. 12.7 mm) hatten 14 einen nicht näher beschriebenen Schaden. CURTIS verweist aber darauf, daß sich kein Schaden mehr als 0.30 inch (ca. 7.6 mm) ausdehnt (TAB. 1).

In der 3. Auflage seiner Ästungsregeln (1952) schwächt MAYER-WEGELIN seine 1936 getroffene Aussage etwas ab und gibt für die Fichte nur noch folgende Anweisung: "Man vermeide möglichst jede Grünästung und äste außer den Trockenästen höchstens einige wenige grüne Schattenäste". Die Auffassung, die MAYER-WEGELIN in seinen Arbeiten vertritt, ist weit verbreitet und wird auch später noch von anderen Autoren geteilt (ROHMEDE, 1953; BLECHSCHMID, 1954; MOEGLING, 1956; KÖNIG, 1957/62; JAEGER, 1968; GANTER, 1977; HUBER, 1980). In vielen dieser Arbeiten wird empfohlen, noch abzuwarten, bis die Frage der Fäuleanfälligkeit endgültig geklärt ist.

Von einigen Autoren werden auch noch andere Gründe gegen die Grünästung angeführt. So lehnt z.B. STREHLKE (1952) die Grünästung der Fichte auf Grund des Harzflusses und der schlechten Vernarbung ab. Ähnlich äußert sich GUTSCHICK (1963), der die Grünästung "nur in rauheren Lagen, wo kein Harzfluß stört", als zulässig betrachtet. MATYAŠ (1965) spricht sich mit der Begründung, daß die Grünästung die Zuwachsfähigkeit des Baumes am Stammfuß auf lange Zeit abschwächt, gegen diese aus.

Autor	Versuchsmaterial	Ast- durchmesser	Zeit der Ästung	Ergebnis	Bemerkung
Leibach '1899)	67 Fichtenklütze	---	zu verschiedenen Jahreszeiten	bei glatten Ästungswunden dicht am Stamm keine Folgeschäden; bei unebenen, splittrigen Ästungswunden Fäuleschaden und Verfärbungen.	Die Ästung während der Saftzeit ist nicht nachteilig.
Lakari (1920)	Fichten im Alter zw. 30 u. 70 Jhr. 33-66 % der Kronenlänge wurden geästet.	---	Spätwinter bis Ende März/Anfang April	Stammfäule tritt allgemein auf.	---
Koehler (1934)	200-300 Stämme/ha wurden bis zu 10-12 m aufgeästet (auch halbgrüne Äste wurden samt den Astwülsten abgenommen).	---	---	Grünästung hatte mehrfach Fäule zur Folge.	---
Curtis (1983)	65 Astwunden von 3 Fichten.	bis 12,7 mm	---	an 14 Aststümpfen Folgeschaden (kein Schaden dehnte sich mehr als 7,6 mm aus).	---
Romell (1940-41)	258 Aststümpfe (von 22 Fichten nach Grünästung).	bis 25 mm	---	Fäule im Bereich eines Aststümpfes	---
Henman (1963)	922 Aststümpfe (in den meisten Fällen Grünästung) (64 Bäume)	bis 44 mm 87 % der Aststümpfe im Bereich zw. 5 und 20,3 mm	September-März 1939/47	keine Verfärbung oder Fäule in der Nähe von Aststümpfen.	---
Meyer (1968)	400 Aststümpfe (eingewachsene Grünäste) (31 Bäume)	---	Herbstmonate 1953/54	keine Fäule.	---
Nageli (1952)	600 'Proben' (Grün- und Trockenästung) 86 dieser 'Proben':	bis 25 mm	1940-50 April/Mai/Juni/ Juli/Aug./Sept./ Okt. 1941/46	Fäule im Bereich eines abgesägten Astquirls.	Fäule im Bereich des einen Ast- quirls kann nicht eindeutig als Folge der Ästung nachgewiesen werden.
Zumer (1964-66)	1105 Äste	bis 25 mm	Okt. 1954 bis Okt. 1955 (die Ästung erfolgte in jedem Monat)	in 41 Fällen (= 3,7 %) wurde Fäule gefunden.	Fäule kann nicht eindeutig als Folge der Ästung nachgewiesen werden.

TAF... Chronologische Zusammenstellung früherer Untersuchungen über die Grünästung der Fichte und ihrer Ergebnisse bezüglich Holzverfärbungen bzw. -fäulen.

2.3.2 Beispiele für positive Stellungnahmen zur Grünästung von Nadelholz und speziell der Fichte

Im folgenden werden einige Arbeiten angeführt, deren Aussagen und Ergebnisse sich ganz allgemein auf die Grünästung von Nadelholz beziehen. In solchen Fällen, in denen keine einzelnen Baumarten erwähnt werden, kann davon ausgegangen werden, daß sich diese Bemerkungen auch auf die Fichte beziehen.

Etwa zur gleichen Zeit wie GÖPPERT (zit. nach R. HARTIG, 1875), der sich grundsätzlich gegen die Grünästung ausgesprochen hat, referierte BAUR (1873) auf der I. Versammlung deutscher Forstmänner zu Braunschweig 1872 zu dem Thema "Mitteilungen über Erfahrungen bei dem Aufästen der Waldbäume und über die Wirkungen des Aufästens auf den Gebrauchswerth, insbesondere bei der Fichte". Er stellte die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen von LELBACH zusammen und führt aus, daß die Tanne zwar besser als die Fichte geeignet ist, wüchsige Fichten die Grünästung aber gut vertragen, wenn man Maß und Ziel halte. Ganz allgemein sei dabei zu beachten, daß Aufästungen, die sich mehr als zwei Drittel über den Schaft erstrecken, Krankheit und Absterben der Bäume zur Folge haben, der glatte Schnitt am Stamm mit der Säge zu bevorzugen ist, die Äste nicht über 4-5 cm stark sein sollen und die beste Jahreszeit für die Durchführung der Ästung August bis Oktober sei. Außerdem weist er darauf hin, daß alte Bäume die Ästung schlecht vertragen, weil diese faul werden.

In der anschließenden Diskussion wurden die Resultate von zahlreichen Teilnehmern bestätigt. Besonders hingewiesen wird auf die Bedeutung des Astdurchmessers, nachdem bereits NÖRDLINGER (1860) vermerkt hatte, daß die Ästungsfäule eine Folge der Entfernung allzu starker Äste sei, deren Wunden nicht schnell genug überwallen. DUCKSTEIN (1883) und HEYER (1901) empfehlen später gleichfalls, bei Nadelhölzern die Entnahme dicker grüner Äste zu vermeiden. Nach HEYER sollten Äste mit mehr als 4 cm nicht entfernt werden. Dagegen schätzt GAYER (1880) die Grünästung bei Nadelholz als gefahrlos ein, solange keine Äste stärker als 6-7 cm weggenommen werden. Auch WILBRAND und KLIN-

GELHÖFER (1899) betrachten die Aststärke als das ausschlaggebende Kriterium. Ihre sehr ausführliche "Anleitung zur Baumästung in den Dominal- und Gemeindewaldungen des Großherzogtums Hessen" enthält den Hinweis, daß dort, wo der Ast noch ausschließlich aus Splintholz besteht, ein Harzüberzug gegen Pilzinfektion schützt. Wird bei stärkeren Nadelholzästen Kernholz freigelegt, so ist ein solcher Schutz nicht mehr gegeben. Bereits KIENITZ (1878) und LAMPE (1880) beurteilen die Grünästung auf Grund des Harzaustrittes nach Entfernung des "grünen Nadelholzastes" als ungefährlich und somit als zulässig.

In den oben zitierten Arbeiten von BAUR, DUCKSTEIN, HEYER, GAYER und WILBRAND und KLINGELHÖFER gilt die Aststärke als maßgebliches Merkmal bei der Grünästung. Demnach sollten Äste mit mehr als 40 mm Durchmesser wegen größerer Fäuleanfälligkeit nicht geästet werden. Bezüglich dieser Durchmesserangaben sei jedoch angefügt, daß bei der Fichte im unteren Schaftbereich bis 10 m in der Regel solch starke Äste nicht vorkommen (BUSSE und JAEHN, 1925; BERNHART, 1960). Aststärkemessungen von Fichten-Reihenbeständen von ABETZ und MERKEL (1968) ergeben, daß die Astdurchmesser auch bei extrem weiten Pflanzverbänden (z.B. Reihenbeständen von 3 m und mehr) weit unter dem Grenzwert von 40 mm liegen.

1878 schreibt ROBERT HARTIG zum Thema "Grünästung ausser der Saftzeit": "Es ist eine hinreichend erwiesene Thatsache, daß eine sorgfältig ausgeführte Ästung zur Wadelzeit ¹⁾ bei unseren Nadelbäumen, durchaus ohne beachtenswerthe Zersetzungsprozesse noch sich zu ziehen, stattfinden kann.... Eine eigentliche Wundfäule habe ich an im Winter vorschriftsmäßig geästeten Fichten, Tannen und Kiefern noch nicht beobachtet". Die Sommerästung der Fichte beurteilt R. HARTIG (1900) im Gegensatz dazu als sehr gefährlich, da sie fast immer eine Wundfäule zur Folge hat. Bei den von R. HARTIG untersuchten Fällen war mit der Sommerästung immer Rindenbeschädigung verbunden. NEGER (1919) spricht sich in seinem Lehrbuch "Die Krankheiten unserer Wald-

¹⁾ Nach v. BROCKE (1768) diejenige Zeit, in der der Busch entweder das Laub verloren oder noch nicht ausgeschlagen hat.

bäume" mit der gleichen Begründung wie R. HARTIG für die Grün- und Trockenästung der Nadelbäume im Herbst oder Winter aus.

BORGGREVE (1891) kommt zu dem Schluß, daß eine mäßige Grünästung von Fichten und Tannen den Stärken- und Flächenzuwachs der unteren Stammteile mindert, dagegen die Vollholzigkeit steigert und keine Fäulnis zur Folge hat. Untersuchungen von ZEDERBAUER (1909) bestätigen die nachteilige Auswirkung auf das Wachstum. Dagegen wird nach HITZ (1934) der Zuwachs durch das Entfernen der unteren grünen Astquirle bei der Fichte nicht beeinträchtigt und Fäule ist nicht zu erwarten.

Während die Grünästung in Deutschland seit den 30er Jahren - vermutlich auf Grund der Arbeiten von MAYER-WEDELIN - weitgehend abgelehnt wurde, berichtet zu dieser Zeit Revierförster LANTELMÉ (1934) von Fichten, denen 1887 auf eine Höhe von 12-16m die grünen Äste für Schmuckreisig entfernt worden waren und bei denen diese Nutzung keine Fäuleschäden zur Folge hatte.

PATERSON (1938) fand bei seinen Untersuchungen ebenfalls keine Pilzinfektion als Folge der Grünästung, vermerkt aber, das Material sei für eine gesicherte Aussage zu gering. In Schweden führte ROMELL (1940-41) ausführliche Ästungsstudien an Kiefer und Fichte durch. Die insgesamt 258 analysierten Aststümpfe (von 22 Fichten) waren bis auf einen ohne Ästungsfäule (TAB.1).

Unter Berufung auf neuere Untersuchungen aus England und Amerika kommt BURGER (1940) zu dem Schluß, daß im Zuge der Ästung von Nadelholz noch lebende, aber bereits geschwächte Schattenzweige entfernt werden können, ohne den Gesundheitszustand der Bäume zu gefährden und HITZ (1944) beschreibt Ästungsversuche der Eidgen. forstl. Versuchsanstalt an Tanne, Fichte, Sitkafichte, Douglasie, Strobe und Kiefer, bei denen das Entfernen der zwei untersten grünen Astquirle zu keinen Nachteilen geführt hat. SCOTT (1949) berichtet von einer Untersuchung in Schweden, bei der NYLINDER 1600 Äste von über 200 Fichten auf Verfärbung und Fäule nach Grünästung geprüft hat. Als Ergebnis teilt er mit, daß die Fichte eine mittlere Stellung bezüglich der Fäuleanfälligkeit einnimmt, d.h. die Fichte liegt zwischen Kiefer

und Tanne, die völlig frei von Fäule und Verfärbung sind, und den Laubhölzern (Aspe, Birke, Eiche, Esche), die sehr stark durch Pilzinfektion gefährdet sind. In einer späteren Veröffentlichung teilt NYLINDER (1952) mit, daß nach Grünästung bei Fichte nur vereinzelt Fäule vorkommt. DAY (1950) beschreibt ein häufiges Auftreten von Kambiumverletzungen in der Nähe von Ästungswunden an Fichten als Folge von Frosteinwirkung. Hinweise auf Schäden in Verbindung mit der Grünästung fehlen jedoch.

Auch die neueren Untersuchungen von NÄGELI (1952), HENMAN (1963), ZUMER (1964-66) und MEYER (1968), bei denen die Problematik der Ästungsfäule nur am Rande abgehandelt wird, berichten von ähnlichen Resultaten (TAB. 1). Fäule finden diese Autoren nicht oder nur selten und in keinem Fall kann sie mit Sicherheit als Folge der Ästung nachgewiesen werden.

Die Ästungsversuche von KRIGUL (1961) in jungen Fichtenbeständen (20-25jährig), bei denen rund 20 % der lebenden Krone entfernt wurden, enthalten keinen Hinweis auf negative Auswirkungen auf den Gesundheitszustand des Holzes, obwohl die Stämme daraufhin untersucht wurden. EDWARDS et al. kommen 1960 zu dem Schluß, daß die Ästung von kräftigen und lebenden Ästen von Douglasie, Fichte und Sitkafichte nicht mehr Erkrankungen zur Folge hat, als das Abschneiden von absterbenden oder toten Ästen. OLISCHLÄGER (1969) leitet aus seinen Untersuchungen an Ende des letzten Jahrhunderts geästeten Fichten ab, daß nach intensiver Grünästung Verfärbungen und Fäule lokalisiert vorkommen, aber derart selten, daß sie wirtschaftlich ohne Bedeutung sind.

Die positiven Ergebnisse der Untersuchungen wurden von zahlreichen Autoren übernommen, die die Gefahr einer Pilzinfektion nur als gering einschätzen bzw. die Grünästung ohne Hinweise auf Fäulen anführen (VENET, 1955; POLGE, 1965; BURSCHEL, 1974; KRAMER, 1976; SPAHLINGER, 1976).

2.4 Richtlinien verschiedener Landesforstverwaltungen zur Grünästung der Fichte

Die unterschiedliche Beurteilung möglicher Fäule- und Verfärbungsschäden nach Grünästung der Fichte reicht bis in die Gegenwart und kommt in den neueren Ästungsvorschriften, Waldbaurichtlinien u.ä. der Forstverwaltungen von Baden-Württemberg (1981), Bayern (1980), Hessen (1973), Rheinland-Pfalz (1981/83) und Nordrhein-Westfalen (1978) zum Ausdruck.

Im Merkblatt 3 der Hessischen Landesforstverwaltung (Wertästung von Nadelbäumen) wird folgendes festgestellt: "Auch die Fichte verträgt - sofern sie standortsgerecht angebaut, jung und vital ist - eine Grünästung ...". Außer in Hessen ist die Grünästung der Fichte in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen zugelassen. In Bayern und Baden-Württemberg wird dagegen nicht grüngest. Als Begründung wird in den Richtlinien für die Wertästung im Bayer. Staatswald (1980) angeführt, daß die Fichte zu einer rechtzeitigen, ausreichenden Abschirmung gegen äußere Schadeinwirkung nicht fähig ist. Das Merkblatt der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (1981) enthält den Hinweis, "... Grünästung möglichst zu vermeiden, so lange die Auswirkungen auf die Holzqualität (Rotfäule) noch nicht geklärt sind".

Im Gegensatz zu den anderen Bundesländern ist in Bayern auch für Tanne, Kiefer und Lärche nur Trockenästung erlaubt (TAB. 2). Nach dem "Wegweiser für den Waldbesitzer" vom Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1983) besteht bei der Grünästung für alle Nadelhölzer mit Ausnahme der Douglasie die Gefahr der Holzentwertung durch das Eindringen von Fäulniseregern.

Im Saarland (Waldbaurichtlinien für den Staatswald im Saarland) (ANONYMUS, 1981) wird die Fichte in der Regel nicht gest. Die sonstigen Bundesländer haben keine entsprechenden Regelungen.

Baumart	Baden-Württ. 1981	Bayern 1980	Hessen 1973	Nordrhein-W. 1978	Rheinland-Pf. 1981
Fichte	Trocken- ästung	Trocken- ästung (absterbende Äste können mit erfaßt werden)	Grünästung	Grünästung (nur im Winter)	Trocken- und Grünästung
Tanne	Ästung zugelassen (1)	Trocken- ästung (absterbende Äste können mit erfaßt werden)	---	---	Trocken- und Grünästung
Kiefer	Ästung zugelassen (1)	Trocken- ästung	Ästung zugelassen (1)	Ästung zugelassen (1)	Trocken- und Grünästung
Douglasie	Ästung zugelassen (1)	Grünästung	Ästung zugelassen (1)	Grünästung (nur im Nachwinter)	Trocken- und Grünästung
Lärche	Ästung zugelassen (1)	Trocken- ästung (absterbende Äste können mit erfaßt werden)	Ästung zugelassen (1)	Grünästung (nur im Nachwinter)	Trocken- und Grünästung

TAB. 2:

Zusammenstellung der von einigen Bundesländern empfohlenen Ästungsverfahren für die wichtigsten Nadelbaumarten.

- (1) Die Baumart wird genannt, die Art der Ästung (Trocken- oder Grünästung) wird nicht erwähnt.

3. MATERIAL UND METHODEN DER EIGENEN UNTERSUCHUNGEN

3.1 Auswahl der Probestämme

Ausgangsmaterial für die Untersuchungen waren Fichten, die eine Reduktion der grünen Krone erfahren hatten. Um Folgeschäden nach einer Ästung sicher ansprechen zu können, sollten zwischen der Astanalyse und dem Zeitpunkt der Ästung mindestens drei Jahre vergangen sein. Untersuchungen von BONNEMANN (1979) über die Entstehung von Wundfäulen haben gezeigt, daß die Besiedelung von Wunden durch holzerstörende Mikroorganismen sehr rasch erfolgt und oft bereits nach wenigen Monaten nachzuweisen ist. V. AUFSCESS (1978) vermutet, daß bei kleinen Wunden (bis etwa 100 cm²), die nach dreijähriger Beobachtungszeit - abgesehen von einer stellenweisen Harzimprägnierung - keinerlei Veränderungen der Holzqualität zur Folge hatten, auch in der Folgezeit größere Schäden kaum mehr zu erwarten sind.

Die Suche nach geeignetem Untersuchungsmaterial hat sich in Bayern als schwierig erwiesen. Mit Hilfe der Staatsforstverwaltung wurden durch eine Umfrage Bestände ermittelt, in denen Fichten mit der Klettersäge geästet und ihnen möglicherweise im letzten geästeten Quirl noch grüne, aber bereits absterbende Äste entfernt worden waren. In Baden-Württemberg war es ebenfalls nicht leicht, geeignete Probestämme zu finden, jedoch wurden von der Forstdirektion Stuttgart einige in den frühen 70er Jahren teilweise grüingeästete Bestände genannt. In Ergänzung dazu wurden auch Stämme aus Hessen und Rheinland-Pfalz aufgenommen. Außerdem wurden Fichten mit zum Teil sehr großen Ästungswunden untersucht, die aus anderen Gründen aufgeästet worden waren, z.B. um Wege freizuschneiden oder um Schmuckreisig zu gewinnen. Derartige Ästungen erfolgten in der Regel unabhängig von jahreszeitlicher Rücksichtnahme und wurden oft sehr unpfleglich durchgeführt.

Das Herausschneiden von Astquirlen, bei denen Grünästung vermutet wurde, und die damit verbundene weitgehende Entwertung der

Schäfte beschränkte die Entnahme von geästeten Stämmen in den meisten Beständen auf wenige Exemplare.

Die Auswahl der Probestämme erfolgte nicht nach dem Zufallsprinzip, sondern bevorzugt nach folgenden Grundsätzen:

- a) auffällige Astnarben (z.B. sehr große Narben; starker Harzfluß; äußere Verfärbungen), die besonders negative Auswirkungen einer Grünästung andeuten könnten
oder
- b) kurze Restkronen, aus denen im Vergleich zu den Kronen der anderen geästeten Fichten eventuell auf die Entfernung vitaler Äste geschlossen werden konnte.

Standen mehrere Stämme zur Verfügung, die den Anforderungen entsprachen, wurden solche mit sichtbaren Schäden (Rücke-, Streif- oder Schälsschäden) entnommen, bei denen kein Wertzuwachs mehr zu erwarten war. Solche Stämme erschienen auch im Hinblick auf eine Disposition für Fäulen nach Grünästung von Interesse.

Sinn dieser Auswahl war es, möglichst ungünstige Auswirkungen einer Grünästung zu erfassen. Deshalb wurden auch einige geästete Fichten von rotfäulegefährdeten Standorten ausgewählt, bei denen möglicherweise eine höhere Fäuleanfälligkeit auch in den Astbereichen zu erwarten war.

3.2 Beschreibung der Probestämme

Die Untersuchung umfaßte geästete Stammabschnitte von 90 Fichten aus Baden-Württemberg, Bayern, Hessen und Rheinland-Pfalz. Die Lage der Forstämter und privaten Verwaltungen, aus deren Beständen Probestämme entnommen wurden, ist aus der Karte ersichtlich (ABB. 1). Ergänzend dazu gibt TAB. 3 eine Materialübersicht, die nach den Forstämtern und privaten Verwaltungen gegliedert ist und zusätzliche Angaben zur Ästung enthält (Gründe für die Ästung, Ästungstechnik, Jahr der Ästung und Ästungszeit). Die Angaben sind teilweise unvollständig, da häufig keine Informationen bzw. Aufzeichnungen vorlagen. Dies bezieht sich in der Hauptsache auf diejenigen Stämme, an denen Schmuckkreisig gewonnen bzw. störende Äste entfernt worden waren.



ABB. 1: Lage der Forstämter und privaten Verwaltungen, aus deren Beständen Probestämme entnommen wurden.

Forstamt (FoA) private Verwaltungen	Anzahl unter- suchter Stämme	Gründe für die Ästung (1)	Ästungstechnik (2) und Ästungsgerät	Jahr der Ästung	Jahreszeit (bezieht sich vorwiegend auf die letzte Ästungsstufe)	Anzahl der unter- suchten Astquirle	Anzahl der unter- suchten Aststümpfe
<u>Baden-Württemberg</u>							
1 FoA Heidenheim	26	a	H	1972/74/77	Jan.-Okt.	132	642
2 FoA Königsbrunn	4	a	H (Hengst'sche S)	1969/74	---	17	80
3 FoA Oberkochen	2	c	H	1954/62/70	---	14	33
<u>Bayern</u>							
1 FoA Ebersberg	2	c	H	1969/77	---	11	19
2 FoA Kelheim	2	a	M (Klettersäge)	1975	Spätherbst	4	25
3 FoA Nordhalben	2	b	H	1977/78	Herbst	13	65
4 FoA Nürnberg	2	a	M (Klettersäge)	1972	Juli/August	4	20
5 FoA Sauerlach	1	a	H	1970		4	17
6 FoA Schernfeld	6	a	M (Klettersäge)	1968/69/71/75	Herbst/Winter	12	48
7 FoA Waldsassen	4	c	H (Stangensäge)	1974/75	Herbst	30	46
8 FoA Wolfratshausen	3	c	H	1957	---	9	47
9 Fürst Esterhazy'sche Domänenverwaltung	2	c	H	1949/52/65	Juni/Juli	21	31
10 Fürstl. und Gräfl. Fugger'sches Stiftungsforstamt (Laugna)	3	b	H (Baumschere)	1976	April/Mai	6	26
11 Freiherr von Lotz- beck'sche Verwaltung Hardt/Schwabmünchen	4	c	H	1947/50/68/71/77	---	21	104
12 Privatwald Duschek (Rammingen)	2	c	H (Axt)	1980	März	15	54
13 Privatwald Betz (Nordhalben)	2	a	H (Stangensäge und Leiter)	1968/73	Herbst	8	27
14 Privatwald Holzmann (Nordhalben)	3	a	H (Beil)	1973	Herbst	9	33
<u>Hessen</u>							
1 FoA Bad Homburg	2	c	H	1976	---	19	67
2 FoA Grünberg	7	b,c	H	1965-80	Spätherbst	42	259
3 FoA Königstein	6	a	H (Hengst'sche S) M (Klettersäge)	1955/61/74 1971	Mai/Juni außerhalb der Veget.zeit	44	209
<u>Rheinland-Pfalz</u>							
1 FoA Simmern	5	a	H (Rebsäge) M (Klettersäge)	1974/75 1973/81	April/Juni Nov./Januar	48	230
Summe	90					483	2082

(1) a - Qualitätsverbesserung
 b - Schmuckreisiggewinnung
 c - Entfernen von störenden Ästen

(2) H - Handästung
 M - Maschinenästung

TAB. 3:

Herkunft und Entstehung der Astproben

Bei 57 der insgesamt 90 Probestämme erfolgte die Grünästung zum Zwecke der Wertholzproduktion. Von den 57 wertgeästeten Stämmen wurden 38 mit Handsägen und 19 mit der Klettersäge geästet. In der Regel wurde die Ästung mit der Hand bzw. Maschine als kombinierte Trocken- und Grünästung durchgeführt. Somit beschränkte sich die Grünästung in Abhängigkeit von Alter und der vorangegangenen Bestandesbehandlung in den meisten Fällen auf wenige Astquirle.

Die Handästung reichte in den meisten Fällen in der ersten Stufe bis zu einer Höhe von ca. 2.00 m und als 2. Ästungsstufe bis ca. 4.50 m. Bei zwei Stämmen aus dem Forstamt Königstein erfolgte in Verbindung mit der Ästung ein mechanisch-biologischer Schallschutz ¹⁾.

Die Jahreszeit der Ästung war für die meisten dieser Bestände bekannt. Mit Ausnahme von 20 Stämmen aus dem Forstamt Heidenheim wurde im Frühjahr oder im Herbst geästet. Die 20 Stämme aus dem Forstamt Heidenheim wurden in einem Bestand ausgewählt, in dem nach Angaben des Forstamtes von Januar bis Oktober 1972 monatlich eine bestimmte Anzahl von Stämmen versuchsweise grüngeästet worden waren. Von jeder monatlichen Versuchsserie wurden 2 Stämme für die Untersuchung entnommen. Diese Stämme erschienen im Hinblick auf einen möglichen Zusammenhang zwischen Ästungszeit und Folgeschäden der Grünästung äußerst interessant.

In dem wertgeästeten Material aus den Forstämtern Heidenheim und Königsbronn sind 5 protzige Vorwüchse enthalten (Forstamt Heidenheim Stamm 7; Forstamt Königsbronn Stamm 1-4), die zum Zeitpunkt der Ästung bereits die Grenze der Ästungswürdigkeit erreicht hatten (ABB. 2). Als ästungswürdig gelten vitale, wuchskräftige und geradschäftige Individuen mit gleichmäßiger Kronenausformung, die nicht ausgesprochen grobästig sind und die die erstrebte Zielstärke im Erntealter erwarten lassen.

¹⁾ Künstliche Rindenverletzung mit Kratz-, Hobel- oder Punktiergeräten, die zu Harzaustritt und zu vorzeitiger Borkebildung führen. Derartig behandelte Fichten werden von Rotwild kaum noch geschält.



ABB. 2:

Geästeter Fichten-Vorwuchs

Der Stamm hat, im Vergleich zu den anderen geästeten Fichten im Bestand, auffallend große Astnarben und beulige Verdickungen im Bereich der Astquirle.

Der Stamm war zum Zeitpunkt der Ästung (1974) bereits an der Grenze der Ästungswürdigkeit.

Zu den 19 mit der Klettersäge (KS 31) geästeten Stämme gehören auch die 11 Fichten aus den Forstämtern Kelheim, Nürnberg, Sauerlach und Schernfeld, die aus Beständen stammen, die mit der bereits erwähnten Umfrage der Bayerischen Staatsforstverwaltung ermittelt worden waren.

Die Ästung der 19 Probestämme mit der Klettersäge (KS 31) erfolgte außerhalb der Vegetationszeit in Höhen von ca. 5.50 m bis

11.20 m. Bei zwei maschinengeästeten Fichten (Forstamt Simmern, Stamm 1 und 2) war seit dem Zeitpunkt der Ästung nur ein Jahr anstelle der geforderten drei Jahre verstrichen. Zu Vergleichszwecken wurden diese beiden Stämme aber trotzdem in die Untersuchung mit aufgenommen.

Wie die Auszählung der Jahrringe ergab, erfolgte die Schmuckreisiggewinnung an den meisten Stämmen in mehreren aufeinander folgenden Jahren. Diese forstliche Nebennutzung wurde in den Forstämtern Nordhalben und Grünberg im Herbst mit der Handsäge ausgeführt und in Laugna Ende April/Anfang Mai mit einer Baumschere. Die Nutzungsintensität war bei den einzelnen Fichten sehr unterschiedlich. Sie beschränkte sich bei den 3 Stämmen aus Laugna und bei 2 Stämmen aus Grünberg auf Höhen unter 2.00 m. Bei weiteren 3 Stämmen aus Grünberg wurden die Äste in Stammhöhen bis maximal 4.60 m geästet. Gleiches gilt für 2 Stämme aus Nordhalben. Nur bei einem Stamm aus Grünberg wurden von 1971-1973 die Äste im Stammabschnitt von 0.65-7.35 m genutzt.

Von den restlichen 22 Fichten, denen grüne Äste aus Gründen der Sicht u.ä. entfernt worden waren, standen 19 an Straßen- und Feldrändern und 3 im Bestand. Den 19 Stämmen wurden in der Mehrzahl über Jahre hinweg immer wieder einzelne Äste abgesägt und teilweise auch abgeschlagen. Die Maßnahme war meist auf eine Stammseite beschränkt. Die Entfernung der Äste reichte bei den Randfichten aus den Forstämtern Oberkochen, Waldsassen und Grünberg, aus der Freiherr v. Lotzbeck'schen Forstverwaltung und der Fürst Esterhazy'schen Domänenverwaltung über 3.00 m bis maximal 6.80 m. Es handelt sich dabei fast ausschließlich um sehr starke Fichten mit auffallend großen Astnarben (ABB. 3). Bei den 2 Stämmen aus dem Forstamt Bad Homburg war dagegen nur der Stammabschnitt unter 2.50 m betroffen. Im Anschluß an die Ästung erfolgte ein mechanisch-biologischer Schälschutz. Ebenfalls bis etwa 2.50 m wurden die grünen Äste der beiden Randfichten aus dem Privatwald Duschek abgeschlagen. Diese Maßnahme hatte zersplitterte Aststümpfe und starke Verletzungen im astumgebenden Stammholz zur Folge.

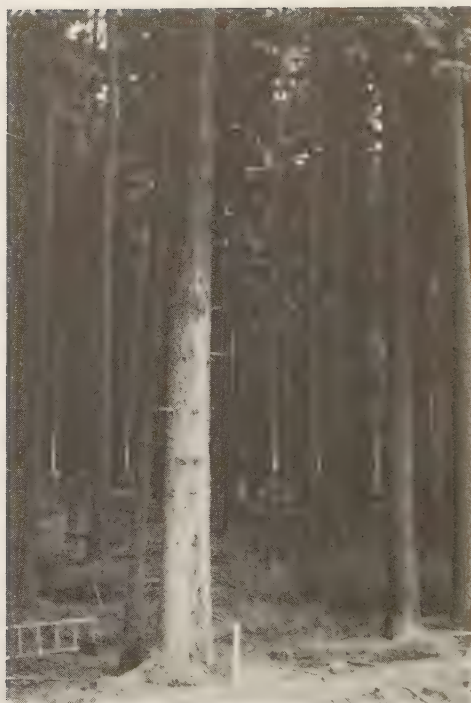


ABB. 3:

Randfichte aus dem Forstamt Waldsassen, der aus Gründen der Verkehrssicherheit einzelne, überwiegend sehr starke, grüne Äste mit Durchmesser bis zu 48 mm abgesägt worden waren.

Als Folge der Schnittführung durch die ausgeprägten Astwülste sind Wunden mit Durchmessern bis 78 mm entstanden.

Zeit der Ästung: Herbst 1975

BHD zum Zeitpunkt der Datenaufnahme: 36.7 cm

Alter zum Zeitpunkt der Datenaufnahme: ca. 90 Jahre

Verletzung am Stammfuß bis ca. 1 m Stammhöhe.

Die 3 Fichten aus dem Forstamt Wolfratshausen wurden in einem Bestand ausgewählt, bei dem vor mehr als 20 Jahren die Äste vermutlich mit einer Axt auf ca. 2.00 m Höhe abgeschlagen worden waren.

3.3 Analyse der Aststümpfe

3.3.1 Anatomische Merkmale als Voraussetzung für die Erfassung der Astdaten

Die durchgeführten Untersuchungen konzentrieren sich auf die nach Grünästung verbliebenen Aststümpfe. Voraussetzung für die Erfassung der Astdaten war damit das Erkennen solcher Stümpfe, d.h. die Unterscheidung zwischen Tot- und Grünast zum Zeitpunkt der Ästung.

Der nach Trockenästung verbliebene Aststumpf ist vom Zeitpunkt seines Absterbens an nur lose vom Stammholz umgeben. Die Stammjahrringe stoßen in diesem Bereich im Radialschnitt fast senkrecht auf den trockenen Stumpf (ABB. 4).

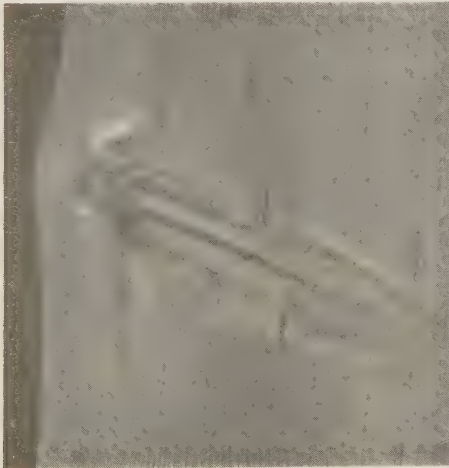


ABB. 4:

Längsgeschnittener, nach Trockenästung verbliebener Aststumpf.

Während der Grünast fest mit dem Stammholz verwachsen ist, besteht zwischen dem Totast und dem Stammholz keine Verbindung. Die Grenze zwischen Grün- und Trockenast ist mit Pfeilen markiert.

Astduchmesser zum Zeitpunkt der Trockenästung: 19.5 mm

Der Grünaststumpf ist in seiner ganzen Länge fest mit dem umgebenden Stammholz verwachsen (ABB. 5). Eine minimale Verbindungslosigkeit besteht immer im Bereich der Schnittfläche (ABB. 6). Bei einzelnen dieser Stümpfe liegt das Überwallungsholz in den Randzonen der Ästungswunden nur lose auf. Dieser wenige Millimeter umfassende Bereich im Anschluß an die Ästungswunde ist durch dunkelbraune bis schwarze Verfärbung gekennzeichnet, die auf Harzeinschlüsse zurückzuführen ist (ABB. 5). In diesen Zonen ist das Kambium punktuell als Folge von Austrocknungsvorgängen abgestorben.

Als Sonderfall gelten Grünaststümpfe, bei denen zum Zeitpunkt der Ästung an der Oberseite das Astholz fest mit dem Stammholz verwachsen ist, an der Unterseite jedoch einige wenige Stammjahrringe auf den Stumpf stoßen.

Das Auszählen der Stammjahrringe hat meistens ergeben, daß diese Jahrringe an der Astunterseite erst nach der Ästung gebildet worden sind. Eine Tatsache, die sich dadurch erklärt, daß auf der Astunterseite auf Grund eines verringerten Stammwachstums die Stammjahrringe nicht in gleicher Entfernung von der Rinde aus betrachtet auf den Ast treffen wie an der Astoberseite.

In einzelnen Fällen hat die Auszählung jedoch gezeigt, daß an der Astunterseite bereits vor der Ästung die Stammjahrringe nicht mehr in den Ast verlaufen sind. Vermutlich handelt es sich in diesen Fällen um Stümpfe von Ästen, die zum Zeitpunkt der Ästung schon gekümmert sind.

Eine weitere Ausnahme machen Stümpfe, bei denen im vordersten, schnittnahen Bereich die Stammjahrringe weder an der Oberseite noch an der Unterseite in den Aststumpf übergehen. Bei diesen Ästen war jedoch bekannt, daß sie zum Zeitpunkt der Ästung noch grün waren. Der Ästungsschnitt erfolgte in diesen Fällen nicht dicht am Stamm, sondern in geringer Entfernung von diesem. Durch diese Vorgehensweise ist am Stamm ein nur wenige Millimeter langer Stummel verblieben, der als Totast eingewachsen ist.

Im Zusammenhang mit der Erfassung des Astdurchmessers zum Zeitpunkt der Grünästung war eine genaue Abgrenzung an der Astunterseite zwischen Ast- und Stammholz im Bereich des Schnittes und des Stumpfes häufig schwierig. Dieses Problem ist überwiegend bei großen Stümpfen aufgetreten, bei denen der Wulst mit angeschnitten worden war (ABB. 7). Zur Feststellung der Astgrenze wurden bei der Datenaufnahme die Astjahrringe, vom Astmark ausgehend zur Astoberseite hin, mit Hilfe einer Lupe ausgezählt. Anschließend wurde die gleiche Anzahl von Jahrringen nach unten

abgezählt. Die häufig sehr starke Verharzung erschwerte das Auszählen. Eine zusätzliche Orientierungshilfe bei der Abgrenzung Astholz/Stammholz war das Druckholz.

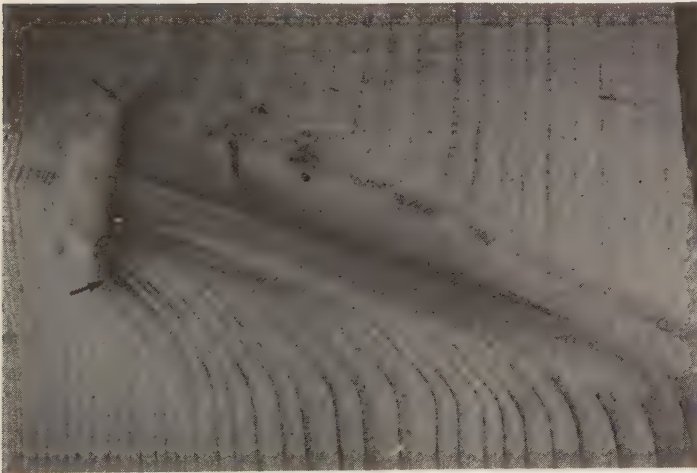


ABB. 5:

Längsgeschnittener Aststumpf

Der Stumpf ist bis auf die Schnittfläche fest mit dem umgebenden Stammholz verwachsen.

Die Verbindungslosigkeit zwischen den Holzschichten erstreckt sich sehr kleinflächig über die Schnittfläche hinaus in die angrenzenden, harzverfärbten Randzonen (Pfeile). In diesen Bereichen ist an den Jahrringgrenzen, bei denen keine Verbindung zu der nachfolgend gebildeten Holzschicht besteht, das Kambium vermutlich als Folge von Austrocknungsvorgängen abgestorben.

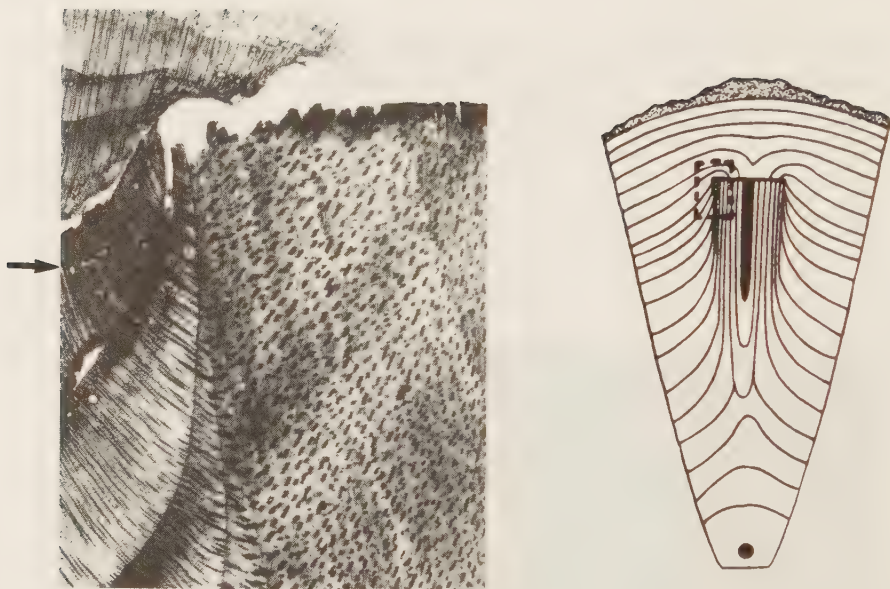


ABB. 6:

Mikroschnitt an der Astoberseite im vordersten Bereich eines nach Grünästung verbliebenen Aststumpfes. Die Überwallung des Stumpfes hat bereits eingesetzt. Das Überwallungsholz liegt verbindungslos auf dem Astholz auf.

Als Folge der Grünästung, die im Mai stattgefunden hat, wurden noch im selben Jahr im astangrenzenden Stammjahrring traumatische Harzkanäle angelegt (Pfeil).

Wie die folgende anatomische Darstellung zeigt, ist aber auch bei Stümpfen, die makroskopisch zum Stamm hin abgegrenzt werden können, eine scharfe Trennung mikroskopisch nur begrenzt möglich. Diese bezieht sich vorwiegend auf die Astunterseite, wo die Tracheiden ohne histologische und größenmäßige Veränderungen (BÖHLMANN, 1970) bogenförmig in den fast rechtwinkelig vom Stamm abgehenden Ast münden (ABB. 8b).

An der Astoberseite kommt es dagegen zu einer Grenzzone, die meist durch eine dunklere Färbung auffällt. In diesem Bereich bilden sich beim Trocknen oft kurze, schräge Risse (DIETRICH, 1973). Bei der in ABB. 8a dargestellten Grenzzone handelt es sich um quer geschnittene Tracheiden. Diese Tracheiden weichen dem Ast aus, verlaufen in der Sektion über dem Ast horizontal, ehe sie wieder in die axiale Richtung übergehen. Studien zur Klärung der Verbindung im Bereich der Astabzweigung der Coniferen enthalten die Arbeiten von NÖRDLINGER (1874), KIENITZ (1878), R. HARTIG (1891), STRASBURGER (1891), EAMES und MACDANIELS (1925), WEGELIUS (1940), BÖHLMANN (1970) und ZIMMERMANN und BROWN (1971).

Auf Grund der Tatsache, daß zwischen Stamm- und Astholz an der Astunterseite - an der Astoberseite weniger - ein fließender Übergang besteht, wird im weiteren diese Grenzzone als "Übergangsbereich" bezeichnet.



ABB. 7:

Längsschnitt durch einen Aststumpf.

Im Zuge der Ästung wurde der Wulst mit angeschnitten. Eine scharfe Abgrenzung zwischen Ast- und Stammholz ist an der Astoberseite, vor allem aber an der Astunterseite nur schwer möglich.

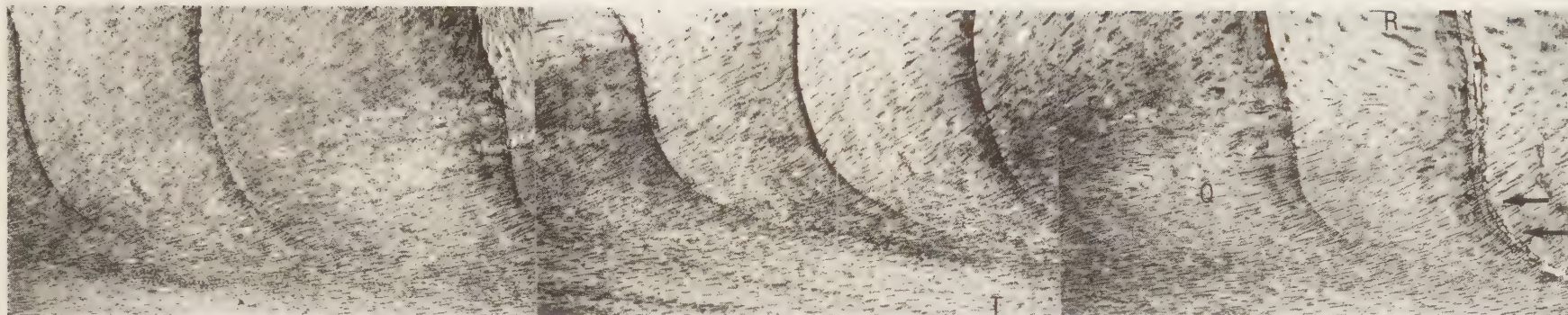
Astdurchmesser: 32 mm;

Wunddurchmesser: 58.8 mm;

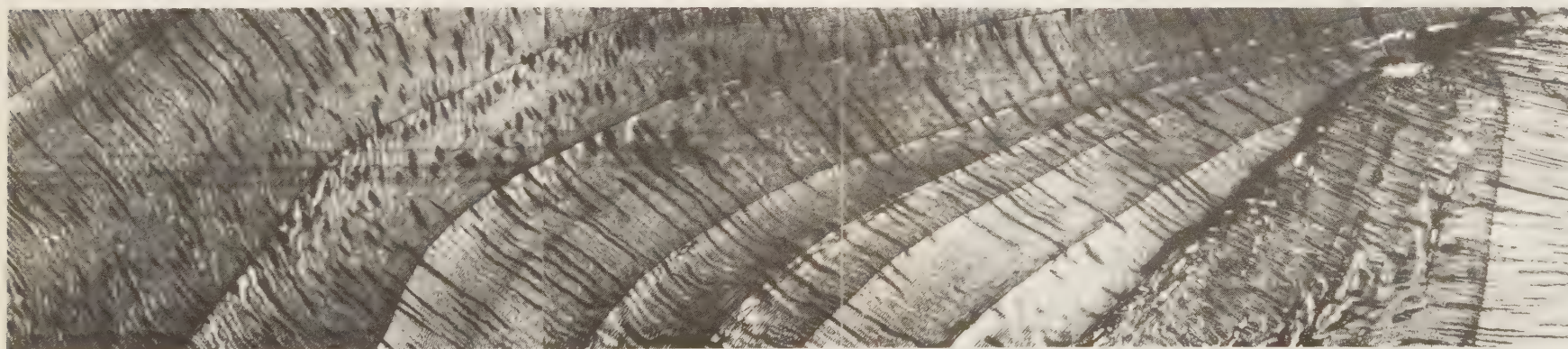
Zeit der Ästung: Herbst 1975;

Entnahmehöhe am Stamm: 4.90 m.

Grad der Verfärbung: stark



a



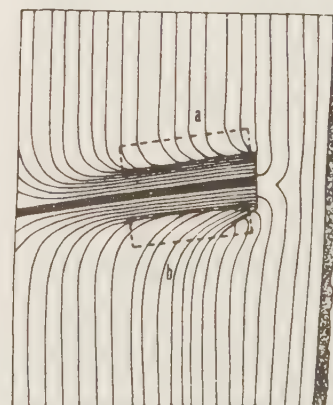
b

ABB. 8:

Mikroaufnahmen aus dem Grenzbereich Astholz/Stammholz

- a) Schnitt an der Astoberseite im Übergangsbereich Astholz/Stammholz (Vergrößerung 9 x)

Das Astholz in der unteren Bildhälfte ist vorwiegend tangential angeschnitten (T). Im Anschluß daran folgt der Bereich, in dem die Tracheiden meist querschnitts sind (Q). Der Querschnitt geht in einer Zone, die durch zahlreiche Störungen gekennzeichnet ist, etwa in die radiale Schnittrichtung (R) über. Die dichte Kette von traumatischen Harzkanälen (Pfeile) im letzten Jahrring in der rechten Bildhälfte ist eine Reaktion des Baumes auf die Grünästung.



- b) Schnitt an der Astunterseite im Übergangsbereich Astholz/Stammholz (Vergrößerung 10 x)

Die Stammjahrringe verlaufen bogenförmig in den Ast. In der rechten Bildhälfte schließt Stammholz an, das nicht in den Ast mündet.

3.3.2 Erfassung der Astdaten

Umfang und Ausmaß von Schäden an den geästeten Fichten wurde nach der Fällung der Probestämme nach zwei Verfahren ermittelt:

- extensive Untersuchungen an Stammquerschnitten (ABB. 9) und
- intensive Astanalysen an längsgeschnittenen Aststümpfen (ABB. 10).

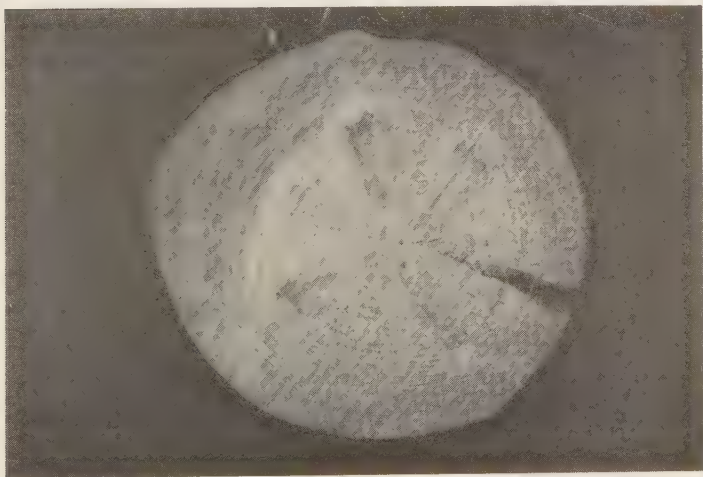


ABB. 9:

Stammquerschnitt in Höhe eines Astquirls.

Jahr der Ästung: 1955;

Scheibendurchmesser: 26 cm.

Die Untersuchungen an Stammquerschnitten im Bestand wurden an 16 der insgesamt 90 Probestämme durchgeführt. Die 16 Fichten stammen aus den Forstämtern Ebersberg, Kelheim, Nürnberg, Sauerlach, Schernfeld und Wolfratshausen. Nach der Fällung wurden die Stämme mit der Motorsäge quergeschnitten.



ABB. 10:

Längsschnitt durch einen nach Grünästung
verbliebenen Aststumpf.

Jahr der Ästung: 1976;

Astdurchmesser 19,5 mm.

Der Sägeschnitt wurde dabei möglichst auf das Zentrum mehrerer
Astnarben ausgerichtet (ABB. 11). Waren die Äste innerhalb eines
Quirls in unterschiedlicher Höhe angesetzt, so wurde mehrfach ge-
schnitten.

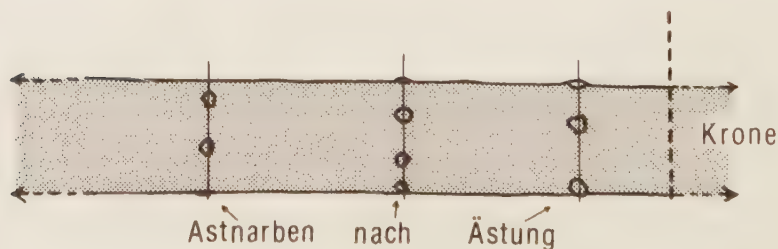


ABB. 11:

Querschnitte am Stamm einer geästeten Fichte in
Höhe der Astquirls.

Die Aststümpfe wurden auf folgende Kriterien hin untersucht:

- Astzustand (grün oder trocken) zum Zeitpunkt der Ästung.
- Fäule bzw. Verfärbungen als Folge der Grünästung.

Die intensiven Astanalysen an Astlängsschnitten erfolgten an den nach Ästung verbliebenen Aststümpfen von 74 Fichten. Vom Kronenansatz ausgehend, wurden diejenigen Astquirle, bei denen Grünästung vermutet wurde, herausgeschnitten (ABB. 12). Die Trennschnitte wurden dabei etwa 10 cm ober- und unterhalb der Astnarbe gelegt, so daß mögliche Auswirkungen der Ästung auf die Astumgebung noch gut verfolgt werden konnten. Die Entnahmehöhe dieser Scheiben am Stamm wurde notiert. Anschließend wurden die Stammscheiben markiert und in die Werkstatt des Institutes für Holzforschung gebracht.

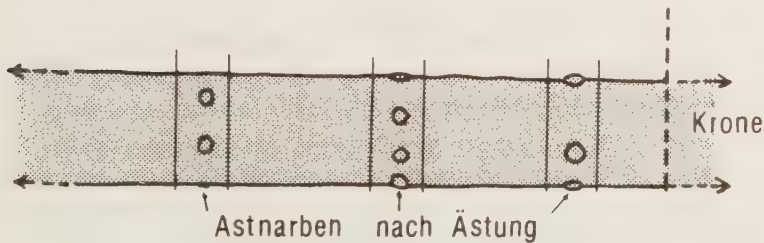


ABB. 12:

Entnahme der Stammscheiben mit Astquirlen an einer geästeten Fichte.

Für die Astanalyse wurden die Aststümpfe mit der Bandsäge in Längsrichtung aufgetrennt (ABB. 13). Der Schnitt verlief senkrecht durch die Mitte der Astnarbe zur Stammmarkröhre und legte die Astmarkröhre auf ganzer Länge frei. Häufig war dies nur schwer zu verwirklichen, da der Astverlauf nicht immer gerade

war. In solchen Fällen mußten Nachschnitte durchgeführt werden. Anschließend wurden alle Aststümpfe numeriert und analysiert. In die Datenerfassung gingen folgende Kriterien ein:

- Astzustand zum Zeitpunkt der Ästung (grün oder trocken).
Im Hinblick auf die Zielsetzung waren nur die lebend geästeten Äste von Interesse. Diejenigen Äste, die zum Zeitpunkt der Ästung bereits abgestorben waren, wurden miterfaßt, blieben jedoch bei den folgenden Auswertungen unberücksichtigt.
- Vertikaler Astdurchmesser zum Zeitpunkt der Grünästung (mm).

Der vertikale Astdurchmesser wurde erfaßt, da dieser größer ist als der horizontale Astdurchmesser (MERKEL, 1967). Hinzu kommt noch, daß der horizontale Durchmesser nur noch ungenau zu ermitteln gewesen wäre, nachdem der Stumpf für die weiteren Analysen längsgeschnitten worden war.

Die Messung erfolgte mit Hilfe einer Schieblehre, anstatt senkrecht zur Astmarkröhre, parallel zur Stammachse (ABB.14). Diese Vorgehensweise wurde gewählt, um die tatsächliche Ausgangssituation bei der Ästung wiedergeben zu können, da der Ästungsschnitt in der Regel parallel zum Stamm verläuft. Dieser Wert kann somit als Äquivalent zum Wunddurchmesser betrachtet werden. Bei waagrecht angesetzten Ästen, die bei der Fichte die Regel sind, entspricht dieser Wert dem tatsächlichen Astdurchmesser, bei steiler angesetzten Ästen ergibt sich ein größerer Wert, der über dem tatsächlichen Astdurchmesser liegt.

Der auf diese Weise ermittelte Astdurchmesser war bei denjenigen Ästen, bei denen nur das Astholz angeschnitten worden war, dem senkrechten Durchmesser der Ästungswunde gleichzusetzen.

- Gesamter Wunddurchmesser (mm).

An Aststümpfen, bei denen der Ästungsschnitt über den Ast hinaus im Astwulst das angrenzende Stammholz mit erfaßte, wurde neben dem Astdurchmesser auch der gesamte Wunddurchmesser ermittelt (ABB. 15).

- Ästungsschnitt.

Für die Beurteilung wurden folgende Bewertungen herangezogen:

- gerade Schnittführung (parallel zum Stamm)
- unebener Ästungsschnitt (Schnittstelle eingerissen, zersplittert usw.)
- sonstige Auffälligkeiten (z.B. sehr schräger Schnitt)

- Überwallung.

Es wurde festgehalten, ob die Überwallung bereits abgeschlossen war oder nicht.

- Sonstige Merkmale.

Unter diesem Punkt wurden alle Besonderheiten und Auffälligkeiten vermerkt, deren Ursache in einem möglichen Zusammenhang mit der Grünästung standen, wie z.B. Stammverletzungen im Bereich der Äste, Störungen in der Überwallung usw.

- Stammfäule.

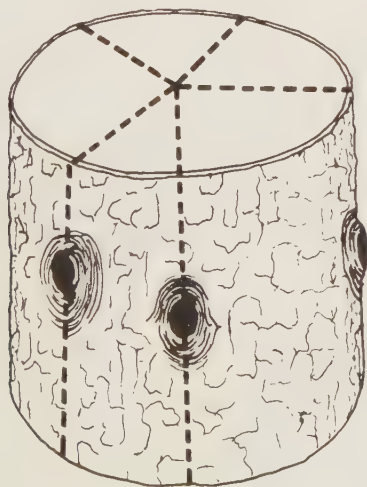


ABB. 13:

Längsschnitte durch die einzelnen
Astnarben innerhalb eines Astquirls.

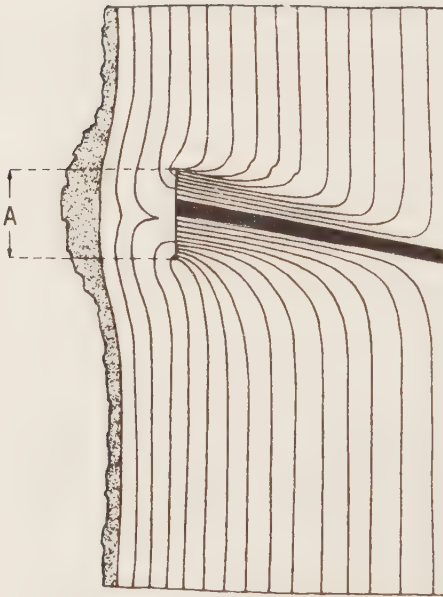


ABB. 14:

Längsschnitt durch einen nach Grünästung verbliebenen Aststumpf. Der Wunddurchmesser entspricht dem Astdurchmesser.

A = vertikaler Astdurchmesser zum Zeitpunkt der Grünästung.

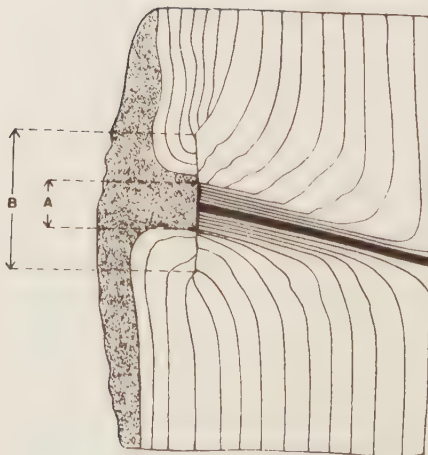


ABB. 15:

Längsschnitt durch einen nach Grünästung verbliebenen Aststumpf. Der Ästungsschnitt erfaßte über das eigentliche Astholz hinaus im Astwulst das Stammholz.

A = vertikaler Astdurchmesser zum Zeitpunkt der Ästung.

B = Wunddurchmesser.

3.4 Erfassung von Verfärbungs- und Fäuleerscheinungen als Folge der Grünästung

Die Aststümpfe mit Verfärbungen im Astholz und/oder umgebenden Stammholz werden in zwei Gruppen unterteilt. Die eine Gruppe beinhaltet diejenigen Aststümpfe, bei denen die Verfärbungs- und Fäuleerscheinungen im astumgebenden Stammholz und vereinzelt auch im Astholz auf die Grünästung zurückgeführt werden konnten. In der anderen Gruppe wurden alle Aststümpfe mit Verfärbungen bzw. Holzersetzen aus Fichten mit Stammfäulen zusammengefaßt, die sich auch auf den Ästungsbereich erstrecken und bei denen nachträglich nicht mehr geklärt werden konnte, ob die Verfärbungen in Astnähe eine Folge der Grünästung waren (ABB. 16).



ABB. 16:

Längsschnitt durch einen Aststumpf aus einem Stamm mit starker Fäule. Es kann nachträglich nicht mehr geklärt werden, ob die Verfärbungen in Astnähe eine Folge der Grünästung waren.

Astdurchmesser: 46.7 mm;

Wunddurchmesser: 57.8 mm;

Jahr der Handästung: 1954;

Entnahmehöhe am Stamm: 4.15 m.

Die Beschreibung der Verfärbung wurde getrennt für den Aststumpf und das astumgebende Stammholz (bis maximal 10 cm ober- und

unterhalb des Aststumpfes) vorgenommen. Die Intensität und das Ausmaß der Verfärbung wurde nach folgenden drei Graden unterschieden (ABB. 17 a-c):

- schwache Verfärbung

Die schwach ausgeprägten, meist nur punktuell auftretenden farblichen Veränderungen haben keinen Einfluß auf die Holzqualität. Sie liegen im Rahmen der normalen Astauswirkungen.

- mäßige Verfärbung

Die deutlich verfärbten Stellen bzw. Bereiche in der Astumgebung wirken sich qualitätsmindernd aus.

- starke Verfärbung

Das Holz ist meist in großen Bereichen verfärbt. Die intensiven Verfärbungen sind qualitätsmindernd.

In diese Gruppe wurden auch diejenigen Stümpfe mit aufgenommen, in deren nächster Umgebung bereits Fäuleerscheinungen zu erkennen waren.

Ergänzend dazu wurde auch die Farbe der Verfärbung (z.B. rotbraun, schwarz, blau) vermerkt.

ABB. 17a:

Längsschnitt durch einen Aststumpf mit schwacher Verfärbung als Folge der Grünästung (Pfeile).

Astdurchmesser: 19 mm.



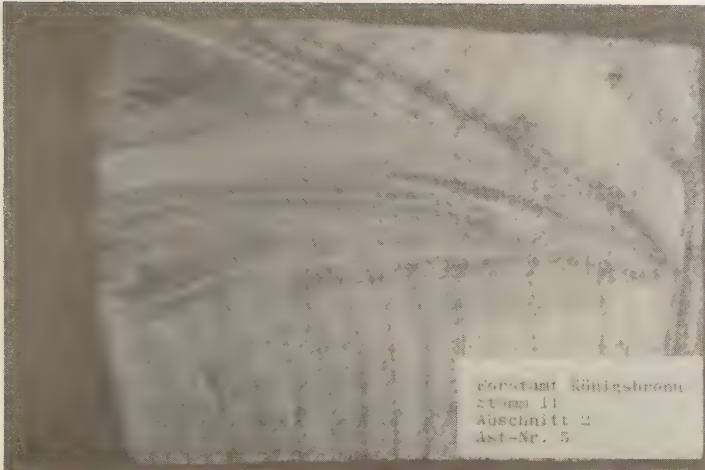


ABB. 17b:

Längsschnitt durch einen Aststumpf mit mäßiger Verfärbung als Folge der Grünäutung.

Astdurchmesser: 33.9 mm.

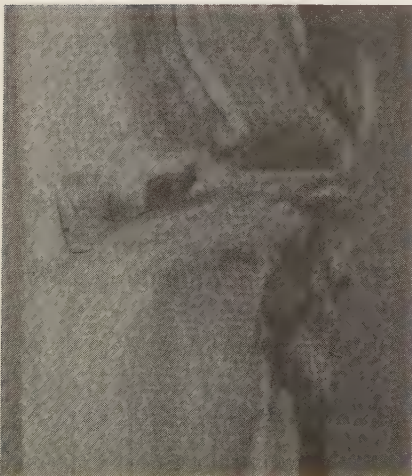


ABB. 17c:

Längsschnitt durch einen Aststumpf mit in die Umgebung ausstrahlender, starker Verfärbung als Folge einer unpfleghchen Grünäutung.

Astdurchmesser: ca. 13 mm.

3.5 Ermittlung der beteiligten Pilzarten

Bei mehr als der Hälfte aller Aststümpfe mit Verfärbungen im astumgebenden Stammholz und vereinzelt auch im Astholz als Folge der Grünästung wurden zur Erfassung der Erreger von Verfärbungen und Holzzersetzungen die Wundpilze durch Abimpfungen aus den befallenen Holzproben isoliert.

In folgenden Fällen wurden keine, bzw. nur stichprobenartige Abimpfungen in den angrenzenden Bereichen der Stümpfe vorgenommen:

- bei den Aststümpfen der zuletzt entnommenen Fichten aus Waldsassen, da hier keine anderen holzzerstörenden Pilze zu erwarten waren als die bereits bekannten; (hier wurde nur an einigen Mikroschnitten der Fäuletyp bestimmt, wie auf S. 42 näher beschrieben).
- bei einigen Aststümpfen, deren Verfärbungen nur sehr schwach ausgeprägt waren;
- bei Stümpfen aus einem Astquirl, bei denen die Verfärbungserscheinungen in der Umgebung in Ausmaß und Intensität ähnlich waren. (In diesen Fällen wurde nur der Bereich von einem Aststumpf stellvertretend für die benachbarten Stümpfe ausgewählt.)

Vereinzelt wurden auch in infektverdächtigen Stellen mit starker Harzanreicherung, bei denen eine Unterscheidung zwischen Harzanreicherung oder möglicher Infektion nicht eindeutig möglich war, Abimpfungen durchgeführt. Gleichfalls wurden an den von Fäule betroffenen Stammabschnitten Abimpfungen vorgenommen. Zusätzlich erfolgten Abimpfungen im Bereich der Aststümpfe aus stammfaulen Abschnitten, bei denen eine Zuordnung der Verfärbungserscheinungen im astumgebenden Stammholz als Folge einer Pilzinfektion nach Grünästung oder als Folge der Stammfäule nicht zweifelsfrei möglich war. Da die Ergebnisse dieser Abimpfungen zur Klärung dieser Frage nicht beitragen konnten, bleiben sie jedoch im Rahmen dieser Untersuchungen unberücksichtigt.

Als Ausgangsmaterial dienten kleine Klötzchen (ca. 1 cm³) aus den verfärbten Partien und aus den Grenzbereichen zwischen ver-

färbtem und nicht verfärbtem Holz. Die betreffenden Bereiche mit den eingezeichneten und nummerierten Klötzchen wurden fotografiert. Durch diese Aufnahme war zum einen die Dokumentation der Verfärbung gewährleistet und zum anderen bestand die Möglichkeit der Rekonstruktion der Abimpfstelle. Die Zahl der Klötzchen richtete sich nach der Größe der verfärbten Fläche und der Vielfalt der Verfärbungen. Wenn eine sofortige Abimpfung nicht möglich war, wurden die ausgesägte Klötzchen in einer Tiefkühltruhe gelagert. Bei der Abimpfung selbst wurde unter sterilen Bedingungen das Klötzchen ein- oder mehrfach gespalten und vier Späne entnommen. Jeder Span wurde auf einen sterilisierten Malzagarnährboden (20 g Agar, 40 g Malz pro 1000 ml Wasser) in einem Reagenzglas übertragen und mehrere Wochen lang im Brutschrank bei 22 °C belassen.

Die Identifizierung der Pilze erfolgte nach Mycelmerkmalen der auf Malzagar gezüchteten Kulturen, unter Verwendung verschiedener Bestimmungsschlüssel. Die Bestimmung der Basidiomyceten wurde an Hand der Beschreibungen von NOBELS (1965) durchgeführt, die der Ascomyceten hauptsächlich nach den Angaben von ARX (1970), wobei für die Bestimmung der Bläuen die Arbeiten von LAGERBERG, LUNDBERG und MELIN (1927) und von MELIN und NENNFELDT (1934) herangezogen wurden. In fünf Fällen wurden die Bestimmungen vom Centraalbureau voor Schimmelcultures in Baarn (Holland) vorgenommen. Einige Pilzkulturen, in der Hauptsache Ascomyceten, konnten nicht bestimmt werden. Sie wurden als "unbekannte Arten" in die Auswertung übernommen.

3.6 Mikroskopische Untersuchungen

Da die genaue Abgrenzung zwischen Stamm- und Astholz nicht immer einwandfrei möglich war (vgl. S.26) wurde versucht, durch mikroskopische Untersuchungen einen Einblick in die anatomischen Verhältnisse im Übergangsbereich Astholz/Stammholz und im Astanlauf zu erhalten. Zu diesem Zweck wurden aus den betreffenden Bereichen prismatische Klötzchen gesägt. Die Größe der Klötzchen war verschieden und richtete sich nach den Gegebenheiten in der Astumgebung. Die Klötzchen waren für die Herstellung von Mikroprä-

paraten zu hart und konnten ohne erweichende Vorbehandlung nicht geschnitten werden. Das Erweichen wurde durch Evakuieren mit der Wasserstrahlpumpe und anschließendem Belassen im Unterdruck erreicht (GROSSER, 1977). Die Mikrotom-Schnitte (Mikrotom der Firma Leitz) wurden mit Dicken von 10-15 μ , in einigen Fällen von 20 μ , in Längs-, Quer- und vereinzelt in Tangentialrichtung angefertigt. Zum besseren Erkennen von Einzelheiten, vor allem aber für die photographische Wiedergabe, wurden die meisten Schnitte mit Safranin gefärbt. Nach dem Färbevorgang wurden die Schnitte mit Euparal, einem festwerdenden, wasserunlöslichen Einschlußmedium, fixiert. Die Untersuchungen wurden an einem Mikroskop der Firma Leitz bzw. an einem Photomikroskop der Firma Wild durchgeführt.

An mehreren der sehr großen Aststümpfe der Randstämme aus dem Forstamt Waldsassen wurden im astumgebenden Stammholz zur Feststellung des Fäuletyps fluoreszenzmikroskopische Untersuchungen durchgeführt (v. AUFESS et al., 1968). Mit dieser Methode ist es möglich, die ligninabbauenden Weißfäulepilze von sonstigen Fäulepilzen zu unterscheiden. Diese Methode basiert auf der Tatsache, daß durch die Anfärbung der Mikroschnitte mit bestimmten Farbstoffen, sog. Fluorochromen (z.B. Acridin-Orange), und die Verwendung entsprechender Filter an Stellen, an denen ligninabbauende Enzyme eingewirkt haben, im Fluoreszenzmikroskop ein Farbumschlag sichtbar wird.

Die Mikroschnitte für die fluoreszenzmikroskopische Untersuchung wurden nach der gleichen Methode erstellt und an Stelle von Safranin mit Acridin-Orange angefärbt.

Für die mikroskopische Betrachtung (Photomikroskop von Zeiss und Quecksilberhochdruckbrenner) wurde das Erregerfilter BG 12 und das Sperrfilter 47 verwendet.

3.7 Auswertung des Zahlenmaterials

Das umfangreiche Datenmaterial wurde mit Hilfe der EDV aufbereitet. Dazu stand die Rechenanlage des Instituts für Holzforschung zur Verfügung. Für die Auswertungen wurden soweit wie möglich Standardprogramme eingesetzt. Eigene Programme wurden für Sortierungen, Häufigkeitsverteilungen und die graphischen Darstellungen erstellt.

Sowohl für das Gesamtmaterial als auch für die einzelnen Kollektive wurden folgende mathematisch-statistischen Auswertungen durchgeführt:

- Häufigkeitsverteilungen;
 - Berechnung der Mittelwerte ($\bar{x}$) mit Standardabweichung (s) (SACHS, 1978);
 - Regression;
 - Vergleich der Mittelwerte mit dem STUDENT-t-Test (SACHS, 1978);
- Für die Darstellung des Testergebnisses wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von ≤ 0.01 (signifikant **) verwendet.

Im streng statistischen Sinn muß dieses Ergebnis mit gewissen Einschränkungen beurteilt werden. Da die Auswahl der Probestämme nicht nach statistischen Gesichtspunkten erfolgte, waren die Bedingungen für die statistischen Verfahren, die eine Normalverteilung voraussetzen, nicht erfüllt.

4. ERGEBNISSE DER EIGENEN UNTERSUCHUNGEN

4.1 Untersuchungen an Stammquerschnitten im Bestand

Die an Stammquerschnitten direkt im Bestand durchgeführten Untersuchungen waren darauf ausgerichtet, zunächst eine Vorstellung über den Umfang und das Ausmaß möglicher Folgeschäden nach Grünästung zu gewinnen. An 44 Astquirlen von 16 geästeten Fichten wurden unmittelbar nach der Fällung an der oberen Ästungsgrenze Querschnitte geführt und dabei 176 Äste freigelegt. Die meisten von ihnen waren zum Zeitpunkt der Ästung bereits abgestorben. Der Anteil der im grünen Zustand abgesägten Äste war gering (TAB. 4).

Forstamt	Anzahl der gefallten Stämme	Ästungs- technik (1)	Anzahl der querge- schnittenen Astquirle	Bemerkungen zu den nach der Ästung verbleibenden Aststümpfen
Kelheim Nürnberg Sauerlach Schernfeld	11	M	24	-insgesamt 110 Aststümpfe -die Maschinenästung beschränkte sich in der Regel auf trockene Äste -30 grüne Äste wurden entfernt
Ebersberg Wolfrethausen	5	H	20	-insgesamt 66 Aststümpfe -20 Äste waren zum Zeitpunkt der Ästung noch grün

TAB. 4:

Zusammenstellung der an Stammquerschnitten gewonnenen Ergebnisse.

- (1) M - Maschinenästung
H - Handästung

Vor allem die Maschinenästung bei den Fichten aus den Forstämtern Kelheim, Nürnberg, Sauerlach und Schernfeld war in der Regel auf trockene Äste beschränkt und grüne, vermutlich bereits kümmerne Äste wurden nur vereinzelt erfaßt. Bei den handgeästeten Fichten aus dem Forstamt Wolfratshausen war die Situation ähnlich.

Dagegen konnte bei den 2 Randfichten aus dem Forstamt Ebersberg die Entnahme von grünen Ästen in mehreren Fällen nachgewiesen werden.

Die Grünästung hatte in diesen Fällen keine negativen Auswirkungen auf den Gesundheitszustand des Holzes. Lediglich bei einem nach Grünästung verbliebenen Stumpf ist es zu Verfärbungen des astumgebenden Stammholzes und der äußeren Astjahrringe als Folge von starker Harzanreicherung und Pilzinfektion gekommen (ABB. 18). Im Gegensatz zu den sonstigen Beobachtungen reicht bei diesem Aststumpf der Sägeschnitt über das eigentliche Astholz hinaus und erfaßt das angrenzende Stammholz. Die Problematik des Anschnittes von Stammholz im Astwulst wird im Kapitel 4.4.1 ausführlich behandelt.

Ein Beispiel für eine gelungene Grünästung gibt die ABB. 19 von einer mit der Klettersäge geästeten Fichte aus einem der erwähnten rotfäulegefährdeten Standorte des Forstamtes Schernfeld. Bei den schmalen, dunklen Zonen im Bereich der unebenen Schnittstellen handelt es sich um kleinflächige Verkienungen.

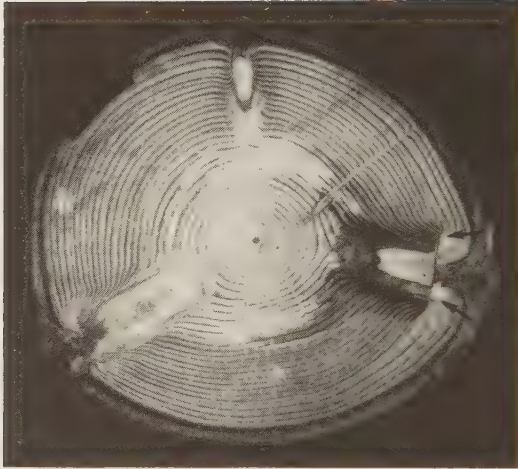


ABB. 18:

Beispiel für Folgeschäden der Grünästung an Fichte.
Der Ästungsschnitt führt durch das Astholz und das
angrenzende Stammholz (Pfeile).

Stammdurchmesser: 17 cm.

Maschinenästung im Herbst/Winter 1975.

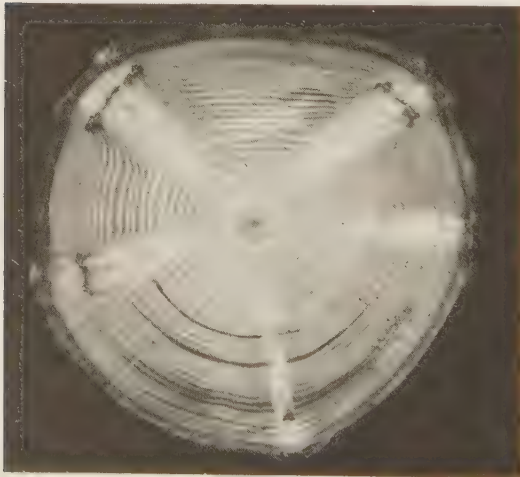


ABB. 19:

Stammquerschnitt (Stammdurchmesser: 17 cm) in Höhe
eines Astquirls aus einer maschinengeästeten Fichte
aus dem Forstamt Schernfeld. Die Äste waren zum Zeit-
punkt der Ästung (Herbst/Winter 1971) noch grün. Die
Grünästung hatte keine Pilzinfektion zur Folge.

Schwere mechanische Stammschädigung als Folge der Maschinen-
ästung wurde an einer im Herbst 1975 geästeten Fichte regi-
striert (ABB. 20). SACHSSE (1971/83) beschreibt in seinen Ar-
beiten über die Auswirkungen der maschinellen Ästung ähnliche
Beobachtungen an Fichte und Douglasie.

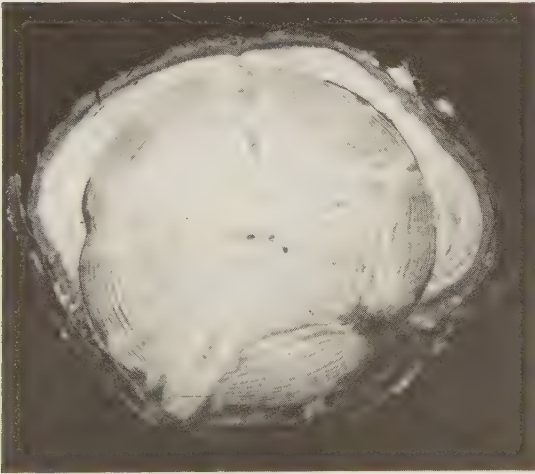


ABB. 20:

Starke Stammverletzung durch die Klettersäge
an einer im Herbst 1975 geästeten Fichte aus dem
Forstamt Schernfeld.

Stammdurchmesser: 15 cm.

4.2 Übersicht über die im Labor analysierten Aststümpfe

4.2.1 Häufigkeit und Größe der nach Grünästung verbliebenen Aststümpfe

Für die genaueren Astanalysen wurden insgesamt 1906 Aststümpfe aus 439 Astquirlen von 74 geästeten Fichten mit der Bandsäge in Längsrichtung aufgetrennt. In 1589 Fällen war der Ast zum Zeitpunkt der Ästung grün, in 317 Fällen war er bereits trocken (TAB. 5). Die Auswertungen konzentrierten sich ausschließlich auf die 1589 nach Grünästung verbliebenen Aststümpfe, von denen 806 (= 50.7 %) bereits überwallt waren. Bei 783 (= 49.3 %) war die Ästungswunde noch nicht vollständig geschlossen, meistens jedoch bereits mit Harz überzogen bzw. der noch offene Bereich mit einem Harzpfpfropfen ausgefüllt.

In der ABB. 21a ist die Häufigkeitsverteilung der Astdurchmesser (Klassenbreite = 5 mm) für alle 1589 untersuchten Aststümpfe aus den grüneästeten Stammabschnitten von 74 Fichten dargestellt. Die dazugehörigen Ausgangswerte sind in der TAB. 6 zusammengefaßt. Der weitaus größte Teil aller Aststümpfe liegt mit rund 64 % im Durchmesserbereich bis 20 mm. Die restlichen 36 % verteilen sich auf stärkere Äste, wobei 24.5 % auf den Bereich zwischen 20.1 und 30 mm entfallen und 11.5 % auf den Bereich über 30 mm.

Der verhältnismäßig hohe Anteil an Ästen über 30 mm ist auf die Bevorzugung von Fichten mit auffällig großen Astnarben bei der Auswahl der Probestämme zurückzuführen (vgl. Kap. 3.1). Das Material der Ästungsversuche von NÄGELI, ROMELL und ZUMER (TAB. 1) bestand dagegen aus schwächeren Ästen.

Stellt man die Häufigkeitsverteilungen der Aststärken der gesamten grüneästeten Stammabschnitte getrennt nach den Gründen für die Ästung dar, so läßt sich erkennen, daß die Durchmesser der Äste der 46 wertgeästeten Fichten (ABB. 21b) ähnlich verteilt sind wie diejenigen der 28 Fichten, deren grüne Äste aus sonstigen Gründen entfernt worden waren (ABB. 21c). Das gilt allerdings nicht für die Aststümpfe > 35 mm, die bei den wertgeästeten Fichten deutlich geringer sind. Als Folge davon unterscheiden sich

Forstamt (FoA)	St. Beherrkung	Alter	Gründe	Astungs-	Geograph.	Stamm-	der	langge-	Aststümpfe	Astdurchm.	Fälligkeiten
Private Verwaltungen	Nr. zum Stamm	z. Zeit-	für d. Astung	abschnitt	Stümpfe	Stümpfe	Stümpfe	Stümpfe	Stümpfe	Stümpfe	bei den
		Fällung	(1)	(2)	(m)	Stümpfe	Stümpfe	Stümpfe	Stümpfe	Stümpfe	Stümpfe
FoA Heidenheim	5	30	a	H	1,90-3,25	4	13	13	0	20,7	4,78
	6	30	a	H	2,65-3,65	5	19	14	5	19,0	2,43
	7	37	a	H	1,00-7,20	10	66	66	0	25,2	6,89
	8	30	a	H	1,80-6,35	6	22	5	17	19,9	6,67
	9	37	a	H	4,05-6,00	3	29	28	1	19,2	6,24
	10	37	a	H	4,00-5,85	3	21	21	0	16,6	7,01
(3)	101	30	a	H	1,85-4,70	6	37	35	2	12,7	3,26
	102	30	a	H	1,80-4,60	6	25	24	1	13,3	3,22
	201	30	a	H	2,00-4,95	7	20	20	0	14,4	2,57
	202	30	a	H	1,85-3,95	5	27	27	0	11,0	1,78
	301	30	a	H	2,00-4,20	4	23	23	0	10,0	2,01
	302	30	a	H	2,55-4,90	4	28	27	1	13,8	3,15
	401	30	a	H	1,30-3,10	4	18	18	0	15,2	3,44
	402	30	a	H	1,40-4,60	7	31	31	0	13,3	5,26
	501	30	a	H	1,50-3,80	6	30	30	0	19,3	3,34
	502	30	a	H	1,50-3,70	4	14	14	0	13,7	2,16
	601	30	a	H	2,20-4,25	4	13	13	0	16,2	4,30
	602	30	a	H	1,85-3,55	4	22	22	0	11,5	2,78
	701	30	a	H	1,85-4,55	6	29	29	0	15,0	4,53
	702	30	a	H	1,65-4,45	6	22	21	1	12,3	3,97
	801	30	a	H	1,50-4,25	5	23	23	0	11,9	3,90
	802	30	a	H	1,75-4,05	5	20	20	0	13,0	2,52
	901	30	a	H	2,35-4,50	5	25	25	0	15,8	4,57
	902	30	a	H	2,50-4,35	4	19	19	0	12,9	3,41
	1001	30	a	H	1,75-4,55	6	33	30	3	16,7	4,28
	1002	30	a	H	2,20-3,70	3	13	13	0	11,5	3,23
FoA Königsbrunn	1	33	a	H	1,80-4,30	4	26	26	0	29,8	7,91
	2	33	a	H	1,40-4,00	5	19	19	0	34,7	9,05
	3	33	a	H	3,15-4,50	3	7	6	1	20,8	4,05
	4	33	a	H	1,70-4,60	5	28	26	2	23,7	7,11
FoA Oberkochen	1	100	c	H	1,55-6,30	8	17	13	4	49,1	11,03
	2	100	c	H	1,30-5,80	6	16	11	5	46,4	16,07
FoA Nordhalben	6		b	H	0,50-4,60	8	44	44	0	19,8	5,10
	7		b	H	1,30-3,45	5	21	21	0	15,0	3,34
FoA Waldsassen	1	90	c	H	3,30-6,90	8	14	13	1	17,5	3,05
	2	90	c	H	2,30-6,15	7	14	14	0	36,0	4,42
	3	90	c	H	2,70-5,50	7	9	9	0	38,2	6,40
	4	90	c	H	2,95-6,00	7	9	9	0	24,0	4,28
	5	90	c	H	0,55-6,85	12	20	16	4	39,6	8,40
Esterh. Dom.V.	1	81	c	H	1,50-4,40	9	11	7	4	43,9	7,96
(Edelstetten)	2	81	c	H	0,80-1,50	2	10	10	0	15,3	2,31
Fugger	1	25	b	H	0,75-1,85	3	12	12	0	15,0	3,58
(Laugna)	2	25	b	H	1,00-1,15	1	4	4	0	18,7	4,53
	3	25	b	H	0,80-3,00	4	52	28	24	19,2	5,96
v. Lotzbeck	4	84	c	H	1,70-7,05	10	31	26	5	57,3	24,62
(Hardt)	5	84	c	H	1,70-3,70	1	8	8	0	31,8	7,34
	6	84	c	H	2,00-4,10	6	13	11	2	39,5	11,70
Dushek	1	26	c	H	0,75-2,50	8	35	18	17	10,8	2,54
(Rammingen)	2	26	c	H	0,50-1,95	7	19	13	6	12,6	3,75
Holzmann	1	29	a	H	0,85-1,80	3	10	4	6	10,0	2,16
(Nordhalben)	2	29	a	H	0,75-2,15	3	15	9	6	11,6	1,44
	3	28	a	H	1,20-2,35	3	8	5	3	9,2	2,89
Betz	4	30	a	H	2,40-3,60	2	10	8	2	18,6	5,60
(Nordhalben)	5		a	H	4,50-8,20	6	17	10	7	29,2	4,85
FoA Bad Homburg	1	28	c	H (S)	0,10-1,90	8	32	32	0	14,7	3,97
	2	30	c	H (S)	0,05-2,05	11	35	35	0	16,2	4,44
FoA Grünberg	1	34	b	H	0,65-7,35	11	75	74	1	19,0	5,23
	2	21	b	H	0,50-2,65	2	36	35	1	14,3	3,24
	3	21	b	H	0,65-2,05	8	34	34	0	12,3	3,18
	4	19	b	H	0,90-4,40	6	45	41	4	14,0	4,54
	5	18	b	H	0,75-1,95	3	11	11	0	16,2	3,25
	6	18	b	H	0,80-1,65	3	15	15	0	15,8	2,97
	7	60	c	H	0,60-4,50	9	43	24	19	19,2	5,67
FoA Königstein	1	18	a	H (S)	0,60-1,55	2	18	5	13	15,7	2,51
	2	18	a	H (S)	0,70-1,55	2	19	15	4	12,7	4,34
	3	53	a	M	7,95-10,15	4	15	3	12	26,0	2,53
	4	44	a	M	4,90-7,65	6	21	18	3	27,9	7,92
	5	44	a	M/H	2,00-9,50	16	77	43	34	22,4	5,55
	6	53	a	M/H	1,50-10,80	14	59	17	42	18,5	3,89
FoA Simmern	1	28	a	M	0,90-5,55	8	38	24	14	19,0	3,50
	2	32	a	M/H	0,80-9,65	15	97	74	23	19,5	4,47
	3	39	a	M	6,85-11,15	6	27	12	15	22,7	5,15
	4	26	a	H	0,95-3,35	12	37	36	1	14,9	4,47
	5	53	a	M	6,80-11,20	7	31	30	1	26,1	5,04
Summen	74					439	1906	1589	317		

TAB. 5: Stammweise Zusammenstellung der Daten zur Ästung

- (1) a - Qualitätsverbesserung
b - Schmuckreißergewinnung
c - Entfernung von störenden Ästen
- (2) H - Handastung
(S) - mechan.-biolog. Schilfschutz
M - Maschinenastung
- (3) Die drei- bzw. vierstelligen Stamm-Nummern kennzeichnen die monatlich gestüteten Probestämme. Die erste Zahl steht für den Monat, die letzte für den Stamm, z.B. 101 Januar Stamm 1
1002 Oktober Stamm 2

die mittleren Aststärken (TAB. 6) beider Gruppen signifikant voneinander.

Mit Blick auf die durch die Ästung beabsichtigte Qualitätsverbesserung überrascht in ABB. 21b der verhältnismäßig hohe Anteil (rund 33 %) von Ästen im Stärkebereich über 20 mm, denn nach den Sortierungsbestimmungen für Nadelschnittholz ("Tegernseer Gebräuche") gilt die Aststärke von 2 cm als sortierungsentscheidender Grenzwert. Die meisten dieser Äste mit Durchmesser > 20 mm stammen von den 5 protzigen Vorwüchsen aus den Forstämtern Heidenheim (Stamm 7) und Königsbrunn (Stamm 1-4) und aus den oberen Stammabschnitten von Fichten, die auf Höhen bis weit über 6 m geästet worden waren. Die Ästung bis in 6 m Höhe gilt als Regelfall, da diese Maßnahme über diese Höhe hinaus bei normalen Erntealtern keine wesentliche Wertsteigerung bringt (BAYER. STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1980). Über die Durchmesser- und Aststümpfe der wertgeästeten Fichten im unteren, für die Qualität entscheidenden Erdstück bis 6 m gibt ABB. 21d Auskunft. Die Darstellung umfaßt das Astmaterial von 37 der insgesamt 46 wertgeästeten Fichten. Bei der Auswertung unberücksichtigt bleiben 4 Stämme (jeweils Stamm 3 und 6 aus den Forstämtern Königstein und Simmern), denen lebende Äste ausschließlich in höheren Stammabschnitten entfernt worden waren (TAB. 5). Gleichfalls nicht aufgenommen werden die 5 protzigen Vorwüchse, die auf Grund ihrer starken Äste als nicht ästungswürdig betrachtet werden können.

Von den 736 Aststümpfen dieser 37 Fichten verteilen sich 83.7 % auf die Stärkebereiche bis 20 mm. Die restlichen 16.4% sind durch größere Durchmesser gekennzeichnet. Der ebenfalls relativ hohe Anteil an wertmindernden Ästen mit Durchmesser > 20 mm bei den wertgeästeten Fichten ist durch das Auswahlkriterium zu erklären. Die Auswahl der Probestämme konzentrierte sich im Hinblick auf mögliche Fäule- und Verfärbungserscheinungen auch in wertgeästeten Beständen auf Fichten mit auffallend großen Astnarben. Die Durchmesser- und Aststümpfe in ABB. 21d kann somit nicht als repräsentativ für wertgeästetes Material betrachtet werden.

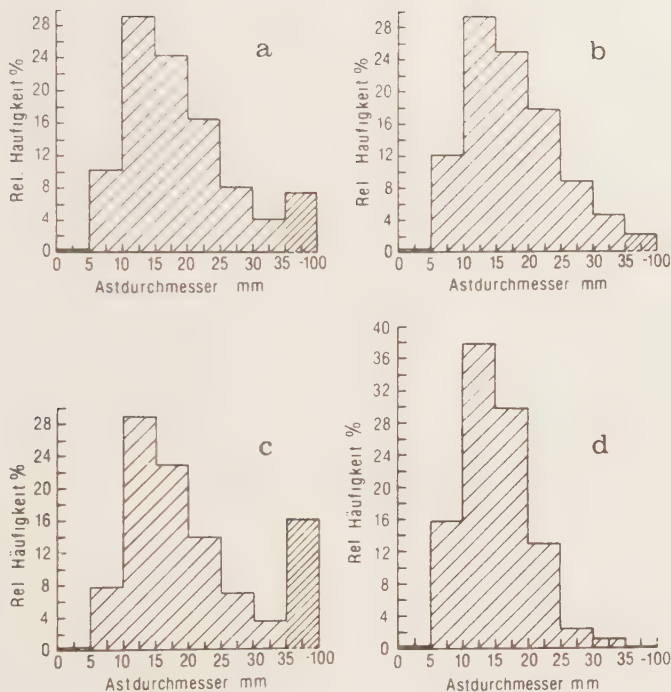


ABB. 21 a-d:

Häufigkeitsverteilung der Astdurchmesser zum Zeitpunkt der Grünästung:

- a) für alle 1589 Aststümpfe von insgesamt 74 Fichten;
- b) für 1001 Aststümpfe von 46 Fichten, an denen die Grünästung im Hinblick auf eine Qualitätsverbesserung durchgeführt worden war;
- c) für 588 Aststümpfe von 28 Fichten, denen aus verschiedensten Gründen grüne Äste entfernt worden waren;
- d) für 736 Stümpfe von 37 bis in 6 m Höhe wertgeästeten Fichten.

Die Klassenbreite beträgt 5 mm. Die Klassenbreite wird ab dem Astdurchmesser >35 mm (letzte Säule) aufgehoben. In diesem Durchmesserbereich sind alle Aststümpfe stärker als 35 mm zusammengefaßt. Die Säule ist durch eine veränderte Schraffur gekennzeichnet.

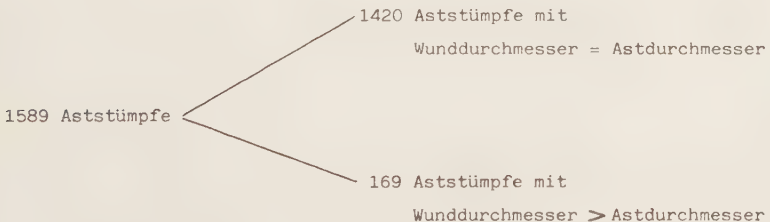
	a	b	c	d
Anzahl der Stämme	74	46	28	37
Anzahl der Äste	1589	1001	588	736
mittl. Astdurchmesser ($\bar{x}$) mm	19.6	18.0	22.3	15.3
Standardabweichung (s)	10.7	7.4	14.3	5.3

TAB. 6:

Ausgangswerte der in ABB. 21 a-d auf-
gezeigten Häufigkeitsverteilungen.

4.2.2 Aststümpfe mit Wulstanschnitt

Bei der Mehrzahl der 1589 grün abgesägten Äste entspricht die durch die Ästung entstandene Wunde dem quergeschnittenen Ast. Der Wunddurchmesser ist somit gleich dem Astdurchmesser. Nur bei 169 Aststümpfen ist der Wunddurchmesser größer als der Astdurchmesser (TAB. 7). In diesen Fällen erfaßte der Ästungschnitt - über den Ast hinaus - im stark ausgeprägten Astwulst das eigentliche Stammholz, denn der Wulst ist eine vom Stammholz gebildete Verdickung der Astbasis. Als Folge des gestörten Verlaufs der Tracheiden im oberen Astwinkel und deren gleichzeitige Stauchung, hervorgerufen durch das Dickenwachstum des Stammes und des Astes, kommt es im Bereich des Astansatzes zu einer wulstartigen Verdickung.



TAB. 7:

Gliederung der 1589 nach Grünästung verbliebenen Aststümpfe nach der Schnittführung.

Diese 169 auch das Stammholz erfassenden Wunden sind an insgesamt 31 Stämmen, in mehr als der Hälfte Randbäume und Vorwüchse, aufgetreten (TAB. 8). Bei den meisten der 31 Stämme finden sich nur einzelne bzw. einige wenige solcher Aststümpfe. Ausnahmen hiervon bilden die Ästungswunden der vorwüchsigen Fichte Stamm 7 (Forstamt Heidenheim), der Randfichten Stamm 1-4 (Forstamt Waldsassen) und Stamm 7 (Forstamt Grünberg) und der maschinenengeästelten Fichte Stamm 2 (Forstamt Simmern).

Forstamt (FoA)	Stamm Nr.	Bemerkung zum Stamm	Gründe für die Ästung	Summe der unter- suchten Äst- stümpfe pro Stamm	Äststümpfe mit Wulddurchmesser > Ästdurchmesser							
					Summe pro Stamm Ästung mit Hand- säge Äst usw.	Kletter- säge	mittlerer Ästdurch- messer ($\bar{x}$) mm	s ($\bar{s}$) mm ²	mittlere Äst- fläche ($\bar{x}$) mm ²	s ($\bar{s}$) mm ²	mittlere Wundver- größe- rung ($\bar{x}$) mm ²	s
Private Verwaltungen	FoA Heidenheim	7	Vorwuchs	a	66	39	25.5	4.0	522	165	1198	1022
	101		a	35	1	6.4		32		<10		
	401		a	18	1	17.5		240		139		
	502		a	14	1	10.5		91		<10		
	701		a	29	1	23.6		437		135		
	1001		a	30	2	21.8	1.1	373	38	188	62	
FoA Königsbrunn	1	Vorwuchs	a	26	2	39.2	1.6	1205	100	931	143	
	4	Vorwuchs	a	26	2	31.3	1.6	768	78	675	374	
FoA Oberkochen	1	Randbaum	c	17	2	45.9	1.1	1655	81	4582	5192	
	2	Randbaum	c	16	5	45.8	8.5	1690	622	1268	1027	
FoA Waldsassen	1	Randbaum	c	13	10	36.7	7.0	1094	446	1376	1169	
	2	Randbaum	c	14	9	36.0	5.5	1040	311	1586	722	
	3	Randbaum	c	9	8	39.3	5.9	1237	362	1559	843	
	4	Randbaum	c	9	8	25.0	4.1	458	171	988	751	
Esterhazy'sche Domänenverwalt. (Edelstetten)	1	Randbaum	c	16	3	43.9	9.2	1555	646	2192	1318	
	2	Randbaum	c	7	2	47.3	4.9	1762	362	839	650	
Betz (Nordhalben)	5		a	8	4	30.4	2.2	727	106	687	339	
v. Lotzbeck'sche Verwaltung (Hardt)	3	Randbaum	c	28	3	19.3	4.4	301	135	582	502	
	4	Randbaum	c	26	5	44.5	4.9	1569	337	1632	862	
	5	Randbaum	c	8	2	34.2	4.0	924	212	773	140	
	6	Randbaum	c	11	1	43.5		1486		898		
Duschek (Rammingen)	2	Randbaum	c	13	5	14.3	3.0	165	69	522	371	
FoA Grünberg	1		b	74	1	26.5		551		222		
	7	Randbaum	c	24	9	19.3	4.7	307	139	673	545	
FoA Königstein	4		a	18		5	29.4	10.7	750	464	1049	651
	5		a	43	3	3	21.4	3.2	365	111	454	224
	6		a	17		3	21.9	0.6	375	21	699	627
FoA Simmern	1		a	24		2	25.8	4.7	529	191	204	120
	2		a	74		24	21.0	4.3	360	139	432	379
	3		a	12		2	23.0	2.8	418	92	447	460
	6		a	36	1		19.3		292		404	
Summe der Stämme				31								
Summe der Äststümpfe					130	39						
Mittlerer Ästdurchmesser der 169 Äststümpfe ($\bar{x}$)							27.9 mm					
Standardabweichung (s)								9.9				
Mittlere Ästfläche der 169 Äststümpfe ($\bar{x}$)									690 mm ²			
Standardabweichung (s)										494		
Mittlere Wundvergrößerung der 169 Äststümpfe ($\bar{x}$)											995 mm ²	
Standardabweichung (s)												1022

TAB. 8: Stammweise Zusammenstellung der 169 Äststümpfe mit Wulstanschnitt. Der Ästungsschnitt reicht bei diesen Stümpfen über den Äst hinaus und erfährt im Wulst das Stammholz. Der Durchmesser dieser Ästungswunden ist größer als der Ästdurchmesser.

(1) Gründe der Ästung: a - Qualitätsverbesserung; b - Schmuckreisiggewinnung; c - Entfernung von störenden Ästen

Die Häufigkeitsverteilung der Aststümpfe über die Stammhöhe läßt erkennen, daß die 169 Aststümpfe mit Wulstanschnitt durchschnittlich um 1.10 m höher liegen als die 1420 Aststümpfe ohne Wulstanschnitt (ABB. 22). Bei Ästungen in größeren Höhen, die meist mit der Klettersäge durchgeführt wurden, kommt es somit häufiger zu Wulstanschnitt.

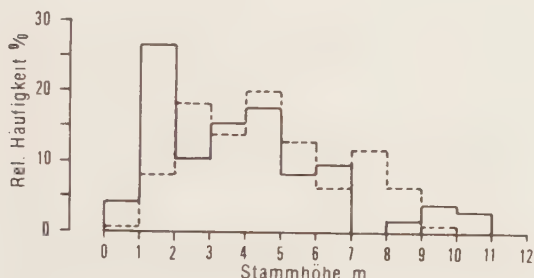


ABB. 22:

Verteilung der Aststümpfe über die Stammhöhe.

— Verteilung der 1420 Aststümpfe, bei denen der Astdurchmesser dem Wunddurchmesser entspricht;
 $\bar{x} = 3.17$ m; $s = 2.06$;

--- Verteilung der 169 Aststümpfe mit Wulstanschnitt;
 $\bar{x} = 4.30$ m; $s = 2.13$.

In dem Kollektiv von 169 Ästen sind die Stümpfe mit geringen Astdurchmessern (≤ 20 mm) nur mit einem Anteil von 22 % (ABB.23) vertreten. Die Mehrzahl davon, nämlich 63.3 %, haben Durchmesser im Bereich zwischen 20.1 und 40 mm. Die in der Abb.23 zusätzlich dargestellte Verteilung der Wunddurchmesser zeigt, in welchem Ausmaß sich die Wunden in den einzelnen Durchmesserklassen durch den Wulstanschnitt vergrößern. Rund 71 % der Wunddurchmesser entfallen auf den Bereich von 25.1–55 mm. Der mittlere Wunddurchmesser dieser 169 Äste liegt mit 43.4 mm ($s = 16.4$) rund 17 mm über dem mittleren Astdurchmesser ($\bar{x} = 27.9$ mm; $s = 9.9$).

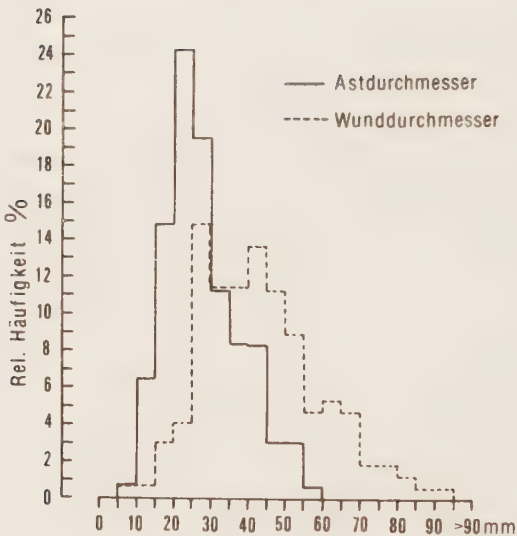


ABB. 23: Häufigkeitsverteilung der Ast- und Wunddurchmesser bei 169 Aststümpfen mit einem Ästungsschnitt, der über den Ast hinaus im Astwulst das Stammholz erfaßt.

Mittlerer Astdurchmesser $\bar{x} = 17.9$ mm; $s = 9.9$;

Mittlerer Wunddurchmesser $\bar{x} = 43.4$ mm; $s = 16.4$.

Im Zusammenhang mit der Schnittführung durch den Wulst ist neben dem Ast- und Wunddurchmesser die flächenbezogene Wundvergrößerung wichtig, da sie darüber Aufschluß gibt, auf welcher Fläche Stammholz freigelegt worden war. Voraussetzung dafür ist die Berechnung der Ast- und Wundfläche, die mit Hilfe der Kreisformel erfolgt. Die Ovalität des Astquerschnittes (MERKEL, 1967) bleibt hier ebenso unberücksichtigt wie die nicht gleichmäßige Ausbildung des Wulstes um den Ast. Die Differenz zwischen Wund- und Astfläche ergibt die Wundvergrößerung. Dieser überschlägige Wert entspricht in etwa der durch den Wulstanschnitt freigelegten Stammholzfläche. Wie der ABB. 24 zu entnehmen ist, besteht zwischen den beiden Kriterien Astdurchmesser und Wundvergrößerung nur eine schwache Korrelation ($r = 0.47$).

Die Wundvergrößerung schwankt am einzelnen Stamm und zwischen den Stämmen innerhalb weiter Grenzen (TAB. 8). Die kleinsten Wundvergrößerungen betragen weniger als 10 mm^2 , die größten reichen bis etwa 3500 mm^2 , wobei zwei Extreme noch weit über diesem

Wert liegen (ABB. 24). Die Ästungswunde mit einer angeschnittenen Stammholzfläche von rund 8250 mm² errechnet sich aus einem Astdurchmesser von 45.1 mm und einem Wunddurchmesser von 112 mm. Dieser Aststumpf wurde einer sehr grobästigen Randfichte entnommen. Der andere Extremwert von rund 5650 mm² stammt von einem 26.5 mm starken Ast des bereits mehrfach erwähnten protzigen Vorwuchses (Stamm 7) aus dem Forstamt Heidenheim. Durch die Schnittführung ist ein Wunddurchmesser von 88.9 mm entstanden. Dieser Stamm 7 aus dem Forstamt Heidenheim war in seinem Habitus ähnlich der in ABB. 2 dargestellten Fichte. Stämme mit solch auffallend großen Astnarben wurden, wie in Kap. 3.1 beschrieben, gezielt in die Untersuchung mit aufgenommen.

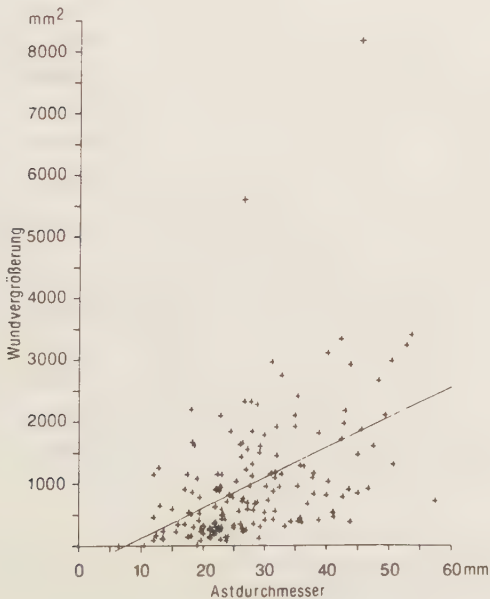


ABB. 24: Beziehung zwischen den Kriterien Astdurchmesser und Wundvergrößerung (Astfläche - Wundfläche).

Regressionsgleichung : $y = -361.63 + 48.57 \cdot x$

Anzahl der Messungen : 169

Bestimmtheitsmaß : 0.222

Korrelationskoeffizient : 0.471

Astdurchmesser : $\bar{x} = 27.95 \text{ mm}$ $s = 9.9$

Wundvergrößerung : $\bar{x} = 995 \text{ mm}^2$ $s = 1022$

4.3 Auswirkungen der Grünästung auf den Gesundheitszustand des Fichtenholzes

Bei fast allen Aststümpfen, deren nächste Umgebung durch Verfärbungs- oder Fäuleerscheinungen gekennzeichnet ist, haben sich die Beobachtungen von MAYER-WEGELIN (1936) bestätigt, daß das Astholz unverändert bleibt. Verfärbungen im Astholz sind sehr selten und nie so ausgeprägt wie im Übergangs- und astumgebenden Stammbereich. Das nach der Ästung gebildete Holz ist in der Regel frei von Verfärbungen.

In der TAB. 9 sind alle 1589 untersuchten Aststümpfe stammweise aufgeschlüsselt. Die Aufteilung erfolgt nach der Art der Ästungswunde in Aststümpfe, bei denen der Astdurchmesser dem Wunddurchmesser entspricht, und in solche, bei denen der Wunddurchmesser als Folge des Wulstanschnittes größer ist als der Astdurchmesser. Innerhalb dieser beiden Gruppen wird zwischen Stümpfen mit Verfärbungen im astumgebenden Stammholz und den Stümpfen ohne Verfärbungen unterschieden. Die Aststümpfe mit Verfärbungen sind dabei nochmals unterteilt in Aststümpfe mit Verfärbungen im Anschluß an die Grünästung und Aststümpfe aus Fichten mit Stammfäulen, deren Verfärbungs- und Fäuleerscheinungen nicht mehr eindeutig der Grünästung oder der Stammfäule zugeordnet werden können. Das Ausmaß und die Intensität dieser Erscheinungen wird durch die drei Verfärbungsgrade "schwach", "mäßig" und "stark" beschrieben. In diesem Zusammenhang sei nochmals vermerkt, daß der Verfärbungsgrad "schwach" Erscheinungen kennzeichnet, die auf die Qualität keinen Einfluß haben. Als Folgeschäden gelten nur "mäßige" bzw. "starke" Holzverfärbungen.

Von den insgesamt 1589 untersuchten Ästen aus 74 Fichten sind 1344 (= 84,6 %) und das sie umgebende Stammholz frei von Verfärbungen (Abb.25a). Von den 245 Ästen, die in ihrer Umgebung, vereinzelt auch im Astholz, Verfärbungen aufweisen, stammen 109 (= 6,9 %) aus Fichten mit ausgedehnter Stammfäule, die auch den Ästungsbereich erfaßt hat (TAB. 10). Eine Zuordnung dieser Verfärbungen zur Grünästung oder Stammfäule war nicht möglich. Ein solches Beispiel gibt ABB. 16 (Seite 37). Nur bei 136 Aststümp-

fen (= 8.6 %) ist es zu Verfärbungen gekommen, die mit Sicherheit auf die Grünästung zurückzuführen sind. Von diesen 136 Aststümpfen ist die Umgebung von 53 schwach verfärbt (TAB.10). Aus dem Gesamtmaterial von 1589 Aststümpfen ist damit das astumgebende Stammholz von nur 83 Stümpfen durch qualitätsmindernde Verfärbungserscheinungen gekennzeichnet. Im Bereich von 41 dieser 83 Stümpfe ist die Verfärbung als mäßig, in der nächsten Umgebung von 42 Stümpfen als stark beschrieben. Im stark verfärbten Umkreis von zwei Stümpfen sind Fäuleerscheinungen erkennbar. Bei den Stümpfen mit starken Verfärbungen in der Astumgebung kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, daß diese Verfärbungen unter Umständen im Laufe der Zeit noch in Fäule übergehen.

Unterteilt nach den Gründen für die Ästung, ergeben sich nur geringe Unterschiede beim Anteil der Folgeschäden nach Grünästung zwischen den Aststümpfen der 46 wertgeästeten Fichten (ABB.25b) und den Aststümpfen der 28 Fichten, denen aus verschiedenen Gründen grüne Äste abgesägt worden waren (ABB.25 c). Dieses Ergebnis überrascht, denn die Äste der 28 Fichten sind im Vergleich zu Ästen der 46 Fichten teilweise sehr stark und waren darüber hinaus häufig unpfleglich und ohne Rücksicht auf die Jahreszeit entfernt worden. Bei den Astdaten der 46 Fichten, die mit dem Ziel einer Werterhöhung grüneästet worden waren, ist jedoch zu beobachten, daß hier noch die Aststümpfe der 5 protzigen Vorwüchse (Forstamt Heidenheim Stamm 7; Forstamt Königsbronn Stamm 1-4) mit enthalten sind, die zum Zeitpunkt der Ästung auf Grund ihrer großen Astdurchmesser bereits die Grenze der Ästungswürdigkeit erreicht hatten. Bei mehreren dieser Stümpfe finden sich Folgeschäden (TAB. 9).

In der ABB. 25 d bleibt das Astmaterial der 5 Vorwüchse unberücksichtigt. Von den 858 Aststümpfen der restlichen 41 wertgeästeten Fichten weisen nur rund 2 % Verfärbungen auf, die sich qualitätsmindernd auswirken können und die im Anschluß an die Grünästung entstanden sind. Diese Aststümpfe mit mäßigen bzw. starken Verfärbungen kommen einzeln oder in wenigen Exemplaren an den betroffenen Stämmen vor (TAB.9). Dieses Ergebnis stimmt mit den Resultaten der Untersuchungen von OLISCHLÄGER (1969) überein.

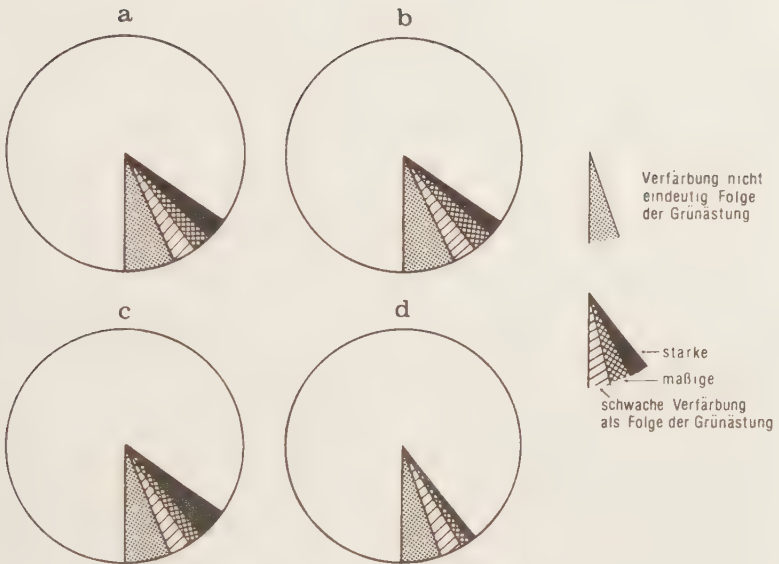


ABB. 25:

Anteil der Aststümpfe mit Verfärbungserscheinungen im astumgebenden Stammholz und vereinzelt auch im Astholz:

- a) an allen 1589 untersuchten Aststümpfen von 74 Fichten;
- b) an 1001 Aststümpfen von allen 46 wertgeästeten Fichten;
- c) an 588 Aststümpfen von 28 Fichten die aus verschiedenen Gründen geästet wurden;
- d) an 858 Aststümpfen von 41 wertgeästeten Fichten (die Aststümpfe der 5 protzigen Vorwüchse (Forstamt Heidenheim Stamm 7; Forstamt Königsbronn Stamm 1 - 4) bleiben unberücksichtigt)).

Die Ausgangswerte der Kreisverteilungen sind in TAB. 10 enthalten.

Materialbeschreibung	Anzahl der Aststümpfe ohne Verfärbungen im astumgebenden Stammholz oder Astholz als Folge der Grünästung	Aststümpfe mit Verfärbungserscheinungen im astumgebenden Stammholz – vereinzelte auch im Astholz Die Verfärbungserscheinungen sind		Verteilung der Aststümpfe mit Verfärbungserscheinungen als Folge der Grünästung auf die drei Verfärbungsgrade		
		nicht eindeutig eine Folge der Grünästung	eine Folge der Grünästung	schwach	mäßig	stark
a) alle 1589 untersuchten Aststümpfe von 74 Fichten	1344 (= 84.6 %)	109 (= 6.9 %)	136 (= 8.6 %)	53 (= 3.4 %)	41 (= 2.6 %)	42 (= 2.6 %)
b) 1001 Aststümpfe von allen 46 wertgeästeten Fichten	846 (= 84.5 %)	73 (= 7.3 %)	82 (= 8.2 %)	34 (= 3.4 %)	29 (= 2.9 %)	19 (= 1.9 %)
c) 588 Aststümpfe von 28 Fichten, die aus verschiedenen Gründen geästet worden waren	498 (= 84.7 %)	36 (= 6.1 %)	54 (= 9.2 %)	19 (= 3.2 %)	12 (= 2.1 %)	23 (= 3.9 %)
d) 858 Aststümpfe von 41 wertgeästeten Fichten (die Aststümpfe der 5 protzigen Vorwüchse bleiben unberücksichtigt)	765 (= 89.2 %)	48 (= 5.6 %)	45 (= 5.2 %)	28 (= 3.3 %)	11 (= 1.3 %)	6 (= 0.7 %)

TAB. 10: Ausgangswerte der in ABB. 25 dargestellten Kreisverteilungen

Für die forstliche Praxis ist zur Vermeidung zukünftiger Folgeschäden die Kenntnis der Faktoren von entscheidender Bedeutung, die möglicherweise zu einer Pilzinfektion nach Grünästung geführt haben. In Frage kommen die Kriterien Wulstanschnitt, Astdurchmesser, Ästungstechnik, Jahreszeit und bereits vorhandene Stammfäule. Deshalb wird auf diese Einflußfaktoren in den folgenden Ausführungen genauer eingegangen.

Die 136 Aststümpfe mit Verfärbungen oder beginnendem Holzabbau als Folge der Grünästung (ABB. 25a) können entsprechend den Kriterien Wulstanschnitt und Astdurchmesser folgendermaßen aufgeteilt werden: Bei 57 dieser Stümpfe wurde im Zuge der Ästung der Astwulst angeschnitten und der Pilzangriff erfolgte über das dadurch bloßgelegte Stammholz. 23 der restlichen 79 Aststümpfe waren zum Zeitpunkt der Grünästung stärker als 30 mm. Die übrigen 56 verteilen sich auf schwächere Durchmesserbereiche (TAB. 11). Die beiden Kriterien Wulstanschnitt und Astdurchmesser können somit im Zusammenhang mit einer Pilzinfektion als wichtige Einflußgrößen betrachtet werden, jedoch ist eine Verzahnung mit weiteren Kriterien nicht auszuschließen.

Summe der Stümpfe mit Verfärbungserscheinungen	Summe der Stümpfe mit Wulstanschnitt	Summe der Stümpfe mit Durchmesser > 30 mm	Summe der Stümpfe mit Durchmesser ≤ 30 mm
136	57	23	56 { 38 schwach verf. 12 mäßig verf. 6 stark verf.

TAB. 11:

Aufteilung der 136 Aststümpfe, bei denen es im Anschluß an die Grünästung zu Verfärbungserscheinungen gekommen ist, nach den Kriterien Wulstanschnitt und Aststärke.

Im Hinblick auf die Zielsetzung dieser Untersuchung sind die 56 Aststümpfe mit Stärken bis 30 mm, die 3.5 % des gesamten analysierten Materials umfassen, von großem Interesse, da sie überwiegend auf diejenigen Stärkebereiche entfallen, die für die Grünästung von Bedeutung sind. Eine weitere Aufschlüsselung dieser 56 Aststümpfe nach den Kriterien Ästungstechnik, Jahreszeit bzw. bereits vorhandene Stammfäule ist, wie die folgenden Beschreibungen zeigen werden, nicht immer ohne weiteres möglich. Bei einem Teil dieser Stümpfe wirken möglicherweise mehrere Faktoren zusammen, die nicht mehr gegeneinander abgegrenzt werden können. Bei anderen Ästen kann die Verfärbung mit keinem der genannten Faktoren in Zusammenhang gebracht werden.

Bei den insgesamt 56 Stümpfen mit Aststärken ≤ 30 mm ist es nur im astumgebenden Stammholz, vereinzelt auch im Astholz, von 18 Aststümpfen zu qualitätsmindernden Verfärbungen gekommen (TAB. 11). Diese 18 Stümpfe entsprechen 1.1 % vom Gesamtmaterial.

Wegen ihres Vorkommens in dem für die Qualitätsästung relevanten Durchmesserbereich werden diese 18 Stümpfe aus 9 Probestämmen im folgenden kurz beschrieben.

Die 6 Äste mit starken Verfärbungserscheinungen in der nächsten Umgebung des Stumpfes stammen von 6 verschiedenen Probestämmen (Stamm 7 und 402, FoA Heidenheim; Stamm 1, FoA Königsbrunn; Stamm 4, FoA Waldsassen; Stamm 3, Holzmann (Nordhalben); Stamm 1, Duschek (Rammingen)). Bei diesen Stämmen kommen noch mehr Stümpfe mit Verfärbungen unterschiedlichen Ausmaßes und unterschiedlicher Intensität vor, deren Durchmesser aber größer als 30 mm sind, bzw. bei denen der Astwulst im Zuge der Grünästung mit angeschnitten worden ist. Die Durchmesser dieser 6 Aststümpfe mit starken Verfärbungserscheinungen sind wie folgt verteilt: 3 Stümpfe haben Durchmesser zwischen 24.4 und 27.4 mm, die 3 anderen Stümpfe liegen im Stärkebereich von 12.8 und 16.3 mm.

Bei einem dieser 6 Äste ist es als Folge einer sehr unpfleglich durchgeführten Ästung im März zu starken Verletzungen im stumpfumgebenden Stammholz gekommen, an dem bereits beginnender Abbau durch Fäuleerreger zu erkennen war. Ein weiterer, nach einer Ästung im April verbliebener Stumpf ist durch einen splittrigen Ästungsschnitt und eine Rindenverletzung an der Astunterseite gekennzeichnet. Ein dritter Stumpf, gefunden an einem im Herbst geästeten Probestamm, fällt durch eine raue Schnittfläche auf, was ebenfalls auf eine unpflegliche Ästungstechnik schließen läßt.

Bei den restlichen 3 der insgesamt 6 Stümpfe mit starken Verfärbungserscheinungen sind keine derartigen Besonderheiten wie raue Schnittfläche, verletztes astumgebendes Stammholz usw. zu beobachten. Auch ein Einfluß der Jahreszeit auf die Entstehung dieser Verfärbungen ist nicht anzunehmen. In zwei Fällen ist die Jahreszeit, in der die Ästung durchgeführt worden war, unbekannt. Ein Stumpf stammt von einer Fichte, die im Herbst geästet worden war.

Von den 12 Aststümpfen mit mäßigen Verfärbungen stammen 2 Stümpfe aus Fichten ((Stamm 7, FoA Heidenheim; Stamm 3, Holzmann (Nordhalben), bei denen auch einer der oben erwähnten Stümpfe mit starken Verfärbungen erfaßt worden ist. Die anderen 10 Stümpfe mit mäßig verfärbter Umgebung gehörten zu 5 Probestämmen (Stamm 3, FoA Königsbronn; Stamm 3, v. Lotzb. Verw.; Stamm 2 und 4, FoA Königstein; Stamm 7, FoA Nordhalben), für die dasselbe gilt, wie für diejenigen Fichten, an denen die 6 Stümpfe mit starken Verfärbungen ermittelt worden sind. Das bedeutet, daß auch an diesen 5 Fichten noch weitere Stümpfe mit Verfärbungen als Folge der Grünästung auftreten. Es handelt sich dabei entweder um sehr starke Stümpfe mit Durchmessern über 30 mm bzw. um Stümpfe, bei denen das Stammholz im Zuge des Wulstanschnittes bloßgelegt worden war.

8 dieser insgesamt 12 Stümpfe mit mäßigen Verfärbungen im astumgebenden Stammholz haben Durchmesser im Bereich von 21.9 - 28.9 mm. Die Durchmesser der übrigen 4 Äste liegen zwischen 8.8 und 16.5 mm. Nur 2 der 12 Stümpfe sind durch eine rauhe, grobe Schnittfläche aufgefallen. Ein Einfluß der Jahreszeit auf die Entstehung von Folgeschäden ist bei keinem der Stümpfe zu erkennen.

Die Charakterisierung der 18 Stümpfe im Stärkebereich bis 30 mm mit qualitätsmindernden Verfärbungserscheinungen kann folgend zusammengefaßt werden: Nur bei 5 Stümpfen ist es vermutlich als Folge von Rindenverletzungen oder Verletzungen im astumgebenden Stammholz bzw. auf Grund eines splittrigen oder groben Ästungsschnittes zu einer Pilzinfektion nach der Grünästung gekommen. In den meisten Fällen jedoch, nämlich bei 13 Stümpfen, kann die Verfärbung nicht eindeutig mit einem weiteren Kriterium, wie z.B. Jahreszeit oder bereits vorhandene Stammfäule, in Zusammenhang gebracht werden.

Für die mäßig bzw. stark verfärbten Zonen in der Umgebung der 12 bzw. 6 Aststümpfe können vorwiegend holzverfärbende Pilze verantwortlich gemacht werden. Obwohl bis auf eine Ausnahme in den stark verfärbten Bereichen keine holzerstörenden Pilze isoliert werden konnten, ist nicht auszuschließen, daß solche vorhanden sind. Im Laufe der Zeit könnten sich im Umkreis dieser Stümpfe unter Umständen noch Holzfäulen entwickeln. Bei der erwähnten Ausnahme sind im verletzten, stark verfärbten astumgebenden Stammholz Fäuleerscheinungen beobachtet worden. In diesen Zonen konnte *Stereum sanguinolentum*, ein wichtiger Wundfäuleerreger an Fichte, durch Abimpfungen nachgewiesen werden.

Wie bereits die Untersuchungen an Stammquerschnitten im Bestand (Kapitel 4.1), haben auch die Analysen der nach Grünästung verbliebenen Aststümpfe die zahlreichen früheren positiven Erfahrungen aus der Zeit vor 1930 bestätigt und stimmen mit den in TAB. 1 angeführten Ergebnissen weitgehend überein. Von großer Wichtigkeit ist die Feststellung, daß bei denjenigen Ästen mit

Durchmessern bis 30 mm, an denen eine pflegliche Grünästung vorgenommen und das astumgebende Stammholz nicht angeschnitten bzw. verletzt worden war, keine Ästungsfäule aufgetreten ist und qualitätsmindernde Verfärbungen nur in geringem Umfang vorgekommen sind.

Bisher unberücksichtigt blieben die Überwiegend sehr großen 109 Aststümpfe aus Stammabschnitten mit Fäule, an welchen nachträglich die eigentliche Ursache der Verfärbung nicht mehr feststellbar war (ABB. 16). Diese Äste werden zwar im Rahmen der einzelnen Einflußfaktoren und in den dazugehörigen Tabellen erwähnt, ihre eigentliche Besprechung erfolgt jedoch erst im Kapitel 4.5.

In den bisherigen Ausführungen stehen ausschließlich die Aststümpfe im Mittelpunkt der Analyse, in erster Linie die verhältnismäßig wenigen Aststümpfe (136), in deren nächster Umgebung es nach der Grünästung zu Verfärbungserscheinungen gekommen ist. Dieses Ergebnis stimmt optimistisch hinsichtlich einer pfleglichen Grünästung.

Betrachtet man die einzelnen Stämme, so fällt zunächst die große Anzahl von Fichten auf, an denen Stümpfe mit Verfärbungen im astumgebenden Stammholz erfaßt worden sind. Die 136 Aststümpfe, bei denen es im Anschluß an die Grünästung zu Verfärbungen unterschiedlichen Ausmaßes und unterschiedlicher Intensität gekommen ist, verteilen sich auf 32 Fichten (rund 43 % des Gesamtmaterials) (TAB. 9). Von diesen weisen allerdings 21 Stämme Aststümpfe mit qualitätsmindernden Verfärbungen auf. Der hohe Anteil von Fichten mit derartigen Aststümpfen ist auf das Auswahlkriterium zurückzuführen. Wie im Kap. 3.1 beschrieben, erfolgte die Auswahl der Probestämme nicht nach dem Zufallsprinzip, es wurden vielmehr gezielt Fichten mit großen bzw. auffälligen Astnarben ausgewählt, bei denen besonders nachteilige Auswirkungen der Ästung am ehesten zu erwarten waren.

Von den oben aufgeführten 32 Fichten waren 15 nicht im Hinblick auf eine Qualitätsverbesserung, sondern aus anderen Gründen

(z.B. Entfernung von störenden Ästen) geästet worden. In diesen Fällen wurde häufig der Astwulst angeschnitten. Es wurden aber auch stärkere Äste entfernt oder die Arbeiten wurden nicht pfleglich durchgeführt.

Bei 7 der restlichen 17 Fichten, die mit dem Ziel einer Qualitätsverbesserung geästet worden sind, ist es ebenfalls wegen der Schnittführung durch den Wulst zu Verfärbungen im astumgebenden Stammholz gekommen. Darin eingeschlossen sind zwei protzige Vorwüchse aus dem wertgeästeten Kollektiv, die auf Grund ihrer starken Äste als nicht ästungswürdig betrachtet werden können.

An 3 weiteren Stämmen sind Verfärbungen dort aufgetreten, wo entweder sehr starke Äste entfernt oder aber die Arbeiten unpfleglich ausgeführt wurden bzw. im Anschluß an die Ästung ein mechanisch-biologischer Schälschutz vorgenommen worden war.

Die verbleibenden 7 wertgeästeten Probestämme mit Aststümpfen, in deren nächster Umgebung es nach der Grünästung zu Verfärbungen gekommen ist, können nach dem Ausmaß und der Intensität der Verfärbung in zwei Gruppen aufgeteilt werden.

Bei 5 dieser Fichten kann die Verfärbung als "schwach" eingestuft werden. Dies bedeutet, daß die Verfärbungen im Rahmen der normalen Astauswirkungen liegen und die Qualität des Holzes nicht beeinträchtigen. Nur an 2 Stämmen ist es zu mäßigen bzw. starken Verfärbungen und somit zu qualitätsmindernden Folgeschäden gekommen. Diese beiden Fichten entsprechen rund 4 % der Probestämme, die laut Aussage der Forstämter bzw. Waldbesitzer mit dem Ziel einer Werterhöhung geästet worden sind.

4.4 Mögliche Ursachen der Holzverfärbungen und -fäulen

4.4.1 Der Einfluß des Wulstanschnitts auf die Entstehung von Folgeschäden

Die Schnittführung durch den auffällig ausgeprägten Astwulst und die damit verbundene Verletzung von Stammholz ist von den Faktoren, die zu einer erhöhten Infektionsbereitschaft führen können, der bedeutendste.

Von den 169 Aststümpfen, bei denen der Wunddurchmesser den Astdurchmesser an der Stammoberfläche übertraf, sind nur 30.8 % ohne Verfärbungen geblieben (TAB.12). Mehr als zwei Drittel der 169 Aststümpfe, nämlich 117 Stümpfe, weisen dagegen Verfärbungen im astangrenzenden Stammholz auf. In der Umgebung von 57 der insgesamt 117 Aststümpfen ist es als Folge von Pilzinfektionen nach Grünästung zu überwiegend rotbraunen Verfärbungserscheinungen gekommen.

Bei 60 Aststümpfen aus Stammabschnitten mit meist stark ausgeprägter Fäule ist dagegen die eigentliche Ursache der Verfärbungen nicht mehr feststellbar.

Die Umgebung der 57 Aststümpfe mit einem mittleren Astdurchmesser von 28.4 mm ($s = 9.7$) und einem mittleren Wunddurchmesser von 47.6 mm ($s = 13.6$) ist in den meisten Fällen, d.h. bei 35, stark verfärbt, bei 14 mäßig und nur bei 8 Aststümpfen schwach. Im stark verfärbten Umkreis von einem Stumpf sind deutliche Fäuleerscheinungen zu erkennen.

Die mittleren Astdurchmesser der drei Verfärbungsgruppen liegen nahe beieinander und nur wenig über dem Mittelwert derjenigen Stümpfe, die frei von Verfärbungen sind. Im Gegensatz dazu liegt der Mittelwert für die Wundvergrößerung der Aststümpfe ohne Verfärbungen mit 557 mm² deutlich unter denjenigen Werten der Aststümpfe mit Verfärbungen im Anschluß an die Grünästung (1214mm²). Innerhalb der Gruppe der Aststümpfe mit Verfärbungen als Folge der Grünästung ist mit dem Anstieg der mittleren Wundvergrößerung eine Zunahme der Ausdehnung und der Intensität der Verfärbung von "schwach" nach "stark" zu erkennen.

		mittlerer Astdurch- messer (mm)	s	mittlere Wundver- größerung (mm ²)	s
Anzahl der Aststümpfe ohne Verfärbungen im Astholz und astumgeben- den Stammholz	52 (= 30.8 %)	26.6	10.7	557	606
Aststümpfe mit Verfärbungserscheinungen im astumgebenden Stammholz und vereinzelt auch im Astholz					
Die Verfärbungserscheinungen sind					
- nicht eindeutig eine Folge der Grünästung	60 (= 35.5 %)	28.8	9.5	1166	1326
- eine Folge der Grünästung	57 (= 33,7 %)	28.4	9.7	1214	830
Verteilung der 57 Aststümpfe mit Verfärbungserscheinungen als Folge der Grünästung auf die drei Verfärbungsgrade:					
- schwach	8 (= 4.7 %)	28.0	10.2	813	490
- mäßig	14 (= 8.3 %)	30.0	10.3	1046	834
- stark	35 (= 20.7 %)	27.8	9.7	1374	863

TAB. 12: Verfärbungserscheinungen im astumgebenden Stammholz und vereinzelt auch im Astholz der 169 Aststümpfe mit Wulstanschnitt.

In der ABB. 26a/b sind für die 109 Aststümpfe mit im Wulst angeschnittenem Stammholz die entstandenen Schäden eingezeichnet. Die 60 Stümpfe (aus stammfaulen Abschnitten) mit Verfärbungen,

die nicht eindeutig zugeordnet werden können, bleiben unberücksichtigt.

ABB. 26a zeigt, daß bei den wenigen Wunden mit Durchmesser kleiner 20 mm keine Verfärbungen eingetreten sind. Auf Grund dieser Feststellung kann geschlossen werden, daß der Anschnitt eines schwachen Wulstes keine Nachteile mit sich bringt.

Erwartungsgemäß nimmt mit zunehmender Vergrößerung der Ästungswunde über das Astholz hinaus der Anteil der Aststümpfe ohne Verfärbungen immer mehr ab, der Anteil der Aststümpfe mit mäßiger und starker Verfärbung steigt dagegen mit Ausnahme des Bereiches von 2000 - 2500 mm² immer mehr an. Je mehr Stammholz auf Grund der Schnittführung durch den Wulst verletzt wird, desto wahrscheinlicher ist die Infektion durch Mikroorganismen (ABB. 26b).

An den meisten Fichten, denen Aststümpfe mit Wulstanschnitt entnommen worden waren, erfolgte die Ästung außerhalb der Vegetationszeit bzw. war die Zeit der Ästung nicht bekannt. Daß die Jahreszeit der mögliche Einflußfaktor ist, der zu einer erhöhten Infektionsbereitschaft geführt hat, kann somit nicht nachgewiesen werden.

Die 57 Aststümpfe mit Wulstanschnitt, bei denen es im Anschluß an die Grünästung zu überwiegend starken Verfärbungserscheinungen gekommen ist, wurden an 16 Probestämmen (TAB. 9) erfaßt. Auffallend sind 5 Fichten (FoA Heidenheim Stamm 7; FoA Waldsassen Stamm 1, 3 und 4; FoA Grünberg Stamm 7), für die jeweils mehrere solcher Aststümpfe charakteristisch sind und an denen 41 der insgesamt 57 Wulstanschnitte vorgekommen sind. An den restlichen Probestämmen wurden nur ein bzw. zwei solcher Stümpfe gefunden (Stamm 1, FoA Königsbrunn; Stamm 1 und 2, Esterh. D.; Stamm 3 und 5, v. Lotzb. Verw.; Stamm 2, Duschek; Stamm 5, Betz; Stamm 4, 5 und 6, FoA Königstein; Stamm 3, FoA Simmern).

Bei drei sehr starken Aststümpfen von Fichten aus dem FoA Waldsassen führte der Schnitt durch den Astwulst auch noch zu Rindenverletzungen an der Astunterseite.

Wie bereits erwähnt, hat die Schnittführung durch den Astwulst oder vor diesem in der Literatur immer eine umstrittene Stellung eingenommen. Wird der Schnitt unmittelbar längs am Stamm geführt, kommt es durch den Anschnitt von Stammholz zu einer Vergrößerung der Schnittfläche, verbunden mit einer erhöhten Infektionsgefahr durch Mikroorganismen. Andererseits werden bei diesem Verfahren die meisten Fasern längsgeschnitten, wodurch eine verstärkte Kambialtätigkeit und damit verbunden eine rasche Überwallung eintritt (KIENITZ, 1878; ANDERSON, 1937; NÄGELI, 1952). Durch die Schnittführung vor dem Wulst wird ein Teil des Astes am Stamm belassen, mit der Folge einer Erweiterung des astigen, inneren Stammbereiches.

Nach MAYER-WEGELIN (1936) entschieden sich die meisten früheren Autoren für den Sägeschnitt durch den Astwulst. In den Untersuchungen von NÄGELI (1952) und ZUMER (1964-66) wird ebenfalls der Ästungsschnitt dicht am Stamm beschrieben. Auch das Merkblatt zur Wertästung im Bayer. Staatswald (1980) enthält den (bezüglich der Baumarten uneingeschränkten) Hinweis, den Schnitt glatt und unmittelbar am Stamm durchzuführen. Entsprechende Angaben fehlen in den Merkblättern von Nordrhein-Westfalen (1978) und Rheinland-Pfalz (1981).

Diesen Empfehlungen steht die Forderung von SHIGO et al. (1979) und SHIGO (1980) gegenüber, den Wulst im Zuge der Ästung am Stamm zu belassen. SHIGO unterstreicht seine Forderung durch zahlreiche negative Beispiele an Laubhölzern, die Nadelhölzer bleiben unerwähnt. Erst in neueren Arbeiten (1984 a+b) sind Regeln für die Grün- und Trockenästung von Coniferen angegeben, nach denen der Astwulst im Zuge der Ästung unverletzt am Stamm verbleibt. Unbeschadet der Diskussion des Für und Wider kann unterstellt werden, daß an Fichten, die zur starken Wulstbildung neigen, keine Wertästung durchgeführt wird. Eine Tatsache, auf die bereits ZUMER (1964-66) verweist.

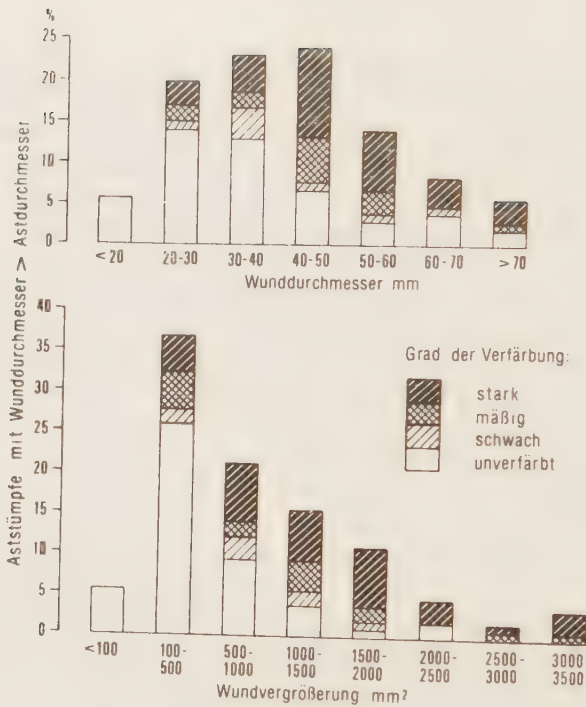


ABB. 26a-b:

Schadensausmaß bei 109 nach Grünästung verbliebenen Aststümpfen mit Wulstanschnitt. Von diesen 109 Stümpfen sind 52 Stümpfe und das sie umgebende Stammholz frei von Verfärbungen als Folge der Grünästung.

Bei 57 Stümpfen ist es im Anschluß an die Grünästung zu Verfärbungserscheinungen gekommen.

- Zusammenstellung der Stümpfe nach dem Wunddurchmesser.
- Zusammenstellung der Stümpfe nach der Wundvergrößerung.

4.4.2 Der Einfluß des Astdurchmessers auf die Entstehung von Folgeschäden

Neben der Schnittführung durch den ausgeprägten Wulst und die damit verbundene Verletzung des Stammholzes, gilt die Aststärke im Hinblick auf eine Pilzinfektion als weitere, wichtige Einflußgröße.

In diesem Abschnitt werden nur die 1420 Aststümpfe behandelt, bei denen der Wunddurchmesser dem Astdurchmesser entspricht; d. h. im Zuge der Grünästung wurde nur der Ast, nicht jedoch der Astwulst entfernt. Der Astanlauf blieb, wenn überhaupt auffallend ausgeprägt, unverletzt.

Im Vergleich zu den Aststümpfen, bei denen der Sägeschnitt durch den Astanlauf geführt worden war, ist bei diesem Material nur ein verhältnismäßig kleiner Teil von Verfärbungen betroffen. Im Umkreis von 128 Stümpfen finden sich Verfärbungserscheinungen, die bei 79 Stümpfen (= 5.5 % aller 1420 untersuchten Aststümpfe, bei denen der Wunddurchmesser dem Astdurchmesser entspricht) eindeutig im Anschluß an die Grünästung entstanden sind. Dagegen ist bei 49 Ästen (= 3.5 %) aus Stammabschnitten mit Fäule, die auch den Ästungsbereich erfaßt hat, der Verlauf der Infektion nachträglich nicht mehr feststellbar. Diese 49 Stümpfe gehören zu jener Kategorie der Aststümpfe mit Verfärbung oder Fäule im astumgebenden Stammholz, die nicht eindeutig der Grünästung zugeordnet werden kann. Die Besprechung dieser Ausnahmen erfolgt im Kapitel 4.5.

TAB. 13 zeigt den Anteil der Aststümpfe mit Verfärbungen im Astholz bzw. astumgebenden Stammholz in den einzelnen Astdurchmesser-Klassen. Im Durchmesserbereich von 0.1-20.0 mm finden sich bei 930 der insgesamt 983 Aststümpfe keine Verfärbungen. Die restlichen 53 Aststümpfe (= 5.4 %) sind durch Verfärbungserscheinungen aufgefallen, die bei 37 Aststümpfen (= 3.8 %) im Anschluß an die Grünästung eingetreten sind. Obwohl BURSCHEL (1974) unter Berufung auf die Arbeiten von ABETZ und MERKEL,

ALTHERR, KRAMER und SJOLTE-JÖRGENSEN zu dem Schluß kommt, daß der sortierungsentscheidende Grenzwert von 20 mm im unteren Stammbereich auch bei weiten Pflanzverbänden nicht überschritten wird, sind im Hinblick auf mögliche Ausnahmen auch Aststärken über 20 mm von Interesse.

Bei einer Erweiterung des Durchmesserbereichs auf 25 mm ergibt sich folgende Verteilung: Von 1201 Aststümpfen sind 71 durch Verfärbungen gekennzeichnet. Der Anteil der Aststümpfe, bei denen die Verfärbung auf die Grünästung erfolgt war, bleibt jedoch unverändert 3.8 % (46 Aststümpfe). Erst bei der Betrachtung aller 1297 Aststümpfe mit Durchmessern bis 30 mm steigt der Anteil der Aststümpfe mit Verfärbungserscheinungen in Verbindung mit der Grünästung auf 4.3 % (ABB. 27).

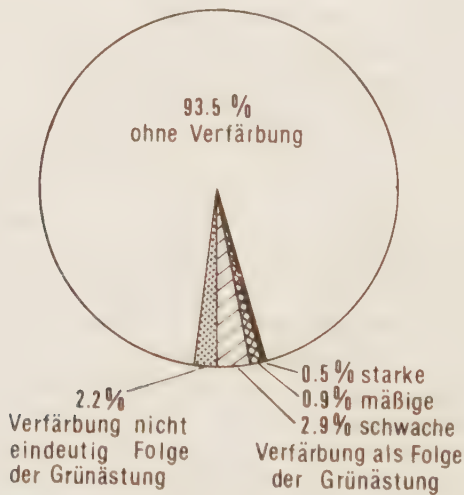


ABB. 27:

Anteil der Aststümpfe mit Verfärbungserscheinungen im astumgebenden Stammholz, vereinzelt auch im Astholz, von 1297 Aststümpfen mit Durchmesser bis 30 mm.

Bei diesen Aststümpfen entspricht der Astdurchmesser dem Wunddurchmesser.

In 2.9 % der Fälle ist die Verfärbung als schwach beschrieben, d.h. sie liegt im Rahmen der normalen Astauswirkungen. Nur bei 18 Stümpfen (= 1.4 %) ist es zu mäßigen bzw. starken Verfärbungen gekommen, die sich qualitätsmindernd auswirken (TAB. 13). Diese 18 Stümpfe und die Kriterien, die möglicherweise mit den Verfärbungen in der nächsten Umgebung dieser 18 Stümpfe in Zusammenhang gebracht werden können, sind auf S. 66 ausführlich beschrieben.

Nur an einem dieser Aststümpfe mit stark verfärbter Umgebung ist bisher Fäule als Folge einer unpfleglich durchgeführten Grünästung aufgetreten. An denjenigen Aststümpfen, bei denen aber starke Verfärbungen entstanden sind, könnten sich unter Umständen im Laufe der Jahre weitere Holzfäulen entwickeln.

Von den insgesamt 79 Aststümpfen, bei denen es im Anschluß an die Grünästung zu einer Pilzinfektion gekommen ist, entfallen 45 (= 57 %) auf den Verfärbungsgrad "schwach". Daraus folgt, daß bei mehr als der Hälfte der Stümpfe die Verfärbungen im Rahmen der normalen Astauswirkungen liegen. Im Umkreis von 34 Ästen (= 43 %) ist es als Folge der Grünästung zu qualitätsmindernden Verfärbungserscheinungen gekommen, die in 27 Fällen mäßig und in 7 Fällen stark ausgeprägt waren. Berechnungen ergeben, daß zwischen der Höhe des Astes am Stamm und dem Verfärbungsgrad kein Zusammenhang besteht.

Bei 27 dieser 79 Aststümpfe kann nicht ausgeschlossen werden, daß auf Grund des unebenen Schnittes (9 Aststümpfe) oder durch die Ästung während der Vegetationszeit (13 Aststümpfe) eine erhöhte Infektionsbereitschaft gegeben war. Bei 5 Stümpfen kommen möglicherweise beide Kriterien in Frage.

Auch bei Ästen mit Durchmesser größer 30 mm ist keine Ästungsfäule vorgekommen. Holzzerstörende Basidiomyceten wurden nur an wenigen dieser Extreme ermittelt. Auf die beteiligten Mikroorganismen wird im Kapitel 5.2 eingegangen.

Im Zusammenhang mit Aststärken, die weit über den von der Qualitätsästung betroffenen Durchmesser liegen, sind die Aststümpfe der zwei Randfichten aus der Fürst Esterhazy'schen Domänenverwaltung hervorzuheben. Nur bei einem der insgesamt 18 Aststümpfe mit Durchmessern im Bereich von 27-55 mm ist mäßige Verfärbung zu verzeichnen. Alle anderen Aststümpfe sind frei von Verfärbungen.

Im Hinblick auf Ästungsfäule nach einer pfleglich durchgeführten Grünästung stimmt das Untersuchungsergebnis im Astdurchmesserbereich bis 30 mm mit den Angaben von ROMELL (1940 - 1941), NÄGELI (1952), ZUMER (1964-66), MEYER (1968) und HENMAN (1963) überein, die Fäulen als Folge der Ästung nicht nachweisen konnten (TAB. 1). NÄGELI und ZUMER beschreiben Fäule nur an verhältnismäßig wenig Material, die nicht mit Sicherheit auf die Ästung zurückgeführt werden kann (TAB. 1).

Bezüglich der Verfärbungserscheinungen steht das vorliegende Ergebnis, wonach es in 3.8 % der Fälle im Anschluß an die Grünästung zu Verfärbungen gekommen ist, im Widerspruch zu den Angaben von HENMAN (1963), der keine Verfärbungen in der Nähe von Aststümpfen beobachtet hat. Wie bereits beschrieben, ist von den Verfärbungserscheinungen das angrenzende Stammholz ober- und unterhalb des Astes betroffen, selten das Astholz. Das nach der Ästung neu gebildete Holz ist frei von Verfärbungen. NÄGELI (1952) beschreibt dagegen Verfärbungen im Astholz und im Überwallungsbereich von Fichten- und Tannenholz. Auch ZUMER (1964-1966) hat in vielen Fällen Verfärbungen des Holzes festgestellt, ohne jedoch konkrete Zahlen zu nennen. ZUMER führt die Holzverfärbungen auf die Harzdurchtränkung als Begleiterscheinung des Absterbeprozesses von Ästen zurück.

TAB. 9 ist zu entnehmen, daß in der überwiegenden Anzahl der Fälle innerhalb eines Stammes zumeist keine, sondern nur einzelne bzw. einige wenige Aststümpfe mit Verfärbungen zu finden sind. Als Beispiel für eine überwiegend pfleglich ausgeführte Grünästung, die nur selten Verfärbungserscheinungen zur Folge hatte, sei hier auf die 20 Stämme (Stamm-Nr. 101 - 1002) aus dem Forstamt Heidenheim verwiesen. Bei den 458 Stümpfen mit Astdurchmesser im Bereich von 5 - 27 mm ist es nur in der Umgebung

von einem Stumpf als Folge von Pilzinfektion nach Grünästung zu starken, qualitätsmindernden Verfärbungserscheinungen gekommen. Der Stumpf von Stamm 402 ist durch Rindenverletzung an der Unterseite gekennzeichnet, die im Zuge der Grünästung entstanden ist. Auf Grund der Rindenverletzung ist nicht auszuschließen, daß es nur als Folge dieser Verletzung zu Pilzinfektion gekommen ist.

Im astumgebenden Stammholz von vier weiteren Stümpfen aus den Stämmen 101, 302 und 402 waren kleine, schwach verfärbte Zonen zu erkennen. Diesem Ergebnis stehen die Beobachtungen am Stamm 2 aus dem Forstamt Königstein gegenüber, bei dem in Verbindung mit der Wertästung im Mai 1974 ein mechanisch-biologischer Schälschutz erfolgte und der im Bestand durch starken Harzfluß aus den Astnarben aufgefallen war. Bei 11 der insgesamt 15 Aststümpfe mit Durchmessern im Bereich von 5 - 23 mm finden sich in der direkten Astumgebung, neben einer starken Harzanreicherung, an der Jahresringgrenze rötlich-braune oder grau-schwarze, schwach bzw. mäßig verfärbte Zonen. Neben der Grünästung als Ursache der Pilzinfektion ist nach den Untersuchungen von KOLTZENBURG (1981) nicht auszuschließen, daß durch sehr kleinflächige Verletzungen in der nächsten Astumgebung als Folge der mechanisch-biologischen Schälschutzbehandlung Eintrittspforten für Mikroorganismen entstanden sind. Eine weitere Auswirkung dieser Behandlung ist eine starke Harzanreicherung im Jahrring des Behandlungsjahres im astnahen Bereich der meisten Aststümpfe der beiden Stämme 1 und 2 aus dem Forstamt Königstein.

4.4.3 Einfluß der Ästungstechnik auf die Entstehung von Folgeschäden

Nach MAYER-WEGELIN (1936) sind zackige und splittrige Wunden im Hinblick auf die Fäule sehr viel gefährdeter als solche mit glatten Schnitten. Auch eigene Beobachtungen (ABB. 28d) weisen darauf hin, daß die Ausführung der Ästung Einfluß auf entstehende Folgeschäden haben kann.

Von den insgesamt 1589 analysierten Aststümpfen haben 1328 eine glatte Schnittfläche, weitere 177 Aststümpfe sind durch unebene Schnittstellen (ABB. 28a/b) oder grobsplittrige Bruchstellen aufgefallen (ABB. 28c/d). Die unebenen Schnittstellen sind vermutlich dann entstanden, wenn die Säge im Schnitt klemmte und durch kraftvolles Zerren gelöst wurde. Die restlichen 84 Aststümpfe sind durch sehr schräge Schnittflächen gekennzeichnet. Abgesehen von drei Ausnahmen sind diese Stümpfe alle an den Fichten aus dem Forstamt Grünberg erfaßt worden, deren Äste für Schmuckreisig genutzt worden waren. Die Schnittführung erfolgt nicht parallel am Stamm, sondern von der Astoberseite keilförmig, seitlich ausweichend nach unten. Zwei solcher Aststümpfe weisen schwache Verfärbungserscheinungen an der Astunterseite auf.

Auch bei den 177 Ästen mit unebenen Schnittstellen finden sich nur im astumgebenden Stammholz von 22 Stümpfen Verfärbungen. Bei 16 dieser Aststümpfe ist es im Anschluß an die Grünästung zu einer Pilzinfektion gekommen, bei den restlichen 6 Aststümpfen ist die eigentliche Ursache der Verfärbung nicht eindeutig feststellbar. Interessant erscheinen in diesem Zusammenhang die Stümpfe der Fichten aus den Privatwäldern Holzmann (Nordhalben) und Duschek (Rammingen), die nicht wie der größte Teil der Probestämme mit Hand- oder Klettersäge geästet worden waren.

Im Privatwald Holzmann wurde die Ästung mit einem kleinen, sehr scharfen Beil durchgeführt. Das Beil traf den Ast von der Seite. Durch diese Technik entstand ein zugespitzter Aststumpf mit

einer glatten Schnittfläche. Nur an 3 der 18 auf diese Weise grüingeästeten Aststümpfe ist eine schwarze Verfärbung zu erkennen. In zwei Fällen ist das Ausmaß und die Intensität der schwarzen Verfärbung als schwach, bei einem Stumpf als stark eingestuft. Das Stammholz blieb bei dieser Ästungstechnik unverletzt.

Anders bei den zwei Randfichten aus dem Privatwald Duschek, denen störende Äste mit der Axt abgeschlagen worden waren. Durch diese Vorgehensweise wurden Teile des Astes aus dem Stamm herausgerissen, das verbleibende Astholz splitterte. Zusätzlich ist es vorwiegend an der Astunterseite zu Stamm- und Rindenverletzungen gekommen. Im astumgebenden Bereich von zwei Stümpfen ist bereits Wundfäule erkennbar. Bei einem dieser beiden Stümpfe wurde der Astwulst stark verletzt. Ein Teil der Wunden zeigte aber, abgesehen von einer großflächigen Harzimprägnierung, noch keine Beeinträchtigung der Holzqualität (ABB. 28 e).

Auch bei 14 der insgesamt 57 Aststümpfe mit Verfärbungen im astumgebenden Stammholz als Folge des Wulstanschnittes kann nicht ausgeschlossen werden, daß die Beschaffenheit der Schnittfläche eine weitere mögliche Voraussetzung für Pilzinfektionen war. Diese 14 Aststümpfe von handgeästeten Fichten sind alle durch unebene, teilweise auch durch eingerissene bzw. zerfetzte Schnittflächen aufgefallen.

Die Beobachtungen, daß auch bei Aststümpfen mit unebenen Wunden Verfärbungen nur in kleinem Umfang aufgetreten sind, stehen der bereits angeführten Feststellung von MAYER-WEGELIN (1936) gegenüber, daß zackige und splittrige Wunden im Hinblick auf die Fäule sehr viel gefährdeter sind als solche mit glatten Schnitten.



a



b



c



d



e

ABB. 28 a-e: Typische Beispiele für unpfleghche Ästungstechnik
Bilderklärung siehe nächste Seite

Bilderklärung zur ABB. 28a-e (Seite 83):

- a) Beim Durchsägen hat sich vermutlich der schwere Ast nach unten gesenkt. Der Sägezug wurde unterbrochen und durch den erneuten Ansatz der Säge ist es zu einem Absatz im Astwulst gekommen (Pfeil). Harzanreicherung im Bereich des Absatzes.
- Astdurchmesser: 26.0 mm;
Entnahmehöhe am Stamm: 4.00 m;
Jahr der Handästung: 1962.
- b) Aststumpf mit einem rauen Schnitt und kleiner Verletzung an der Astunterseite. Außer einer schwachen Harzanreicherung im Bereich der Verletzung sind keine Verfärbungen zu erkennen.
- Astdurchmesser: 17.4 mm;
Entnahmehöhe am Stamm: 4.15 m;
Zeit der Handästung: August 1972.
- c) Während des Sägevorgangs hat sich der Ast vermutlich gesenkt und ist ausgerissen. Der Überwallungsbereich wird noch über Jahre hinweg durch den splittrigen Aststumpf beeinflusst. Eine Harzanreicherung oder Pilzinfektion hat nicht stattgefunden.
- Astdurchmesser: ca. 13 mm;
Entnahmehöhe am Stamm: 3.10 m;
Zeit der Handästung: Februar 1972.
- d) Der Ast ist ausgerissen, nachdem er vermutlich fast vollständig abgesägt worden war. Am Stumpf ist ein schmaler Splitter verblieben (Pfeile). Bei diesem Vorgang wurde die Rinde unterhalb des Astes verletzt. Als Folge von Pilzbefall ist es zu überwiegend schwarzen und braunen Verfärbungserscheinungen an der Astunterseite und im daran anschließenden Stammholz gekommen.
- Astdurchmesser: ca. 16.0 mm;
Entnahmehöhe am Stamm: 2.00 m;
Zeit der Handästung: April 1972.
- e) Durch das Abschlagen eines Astes mit einem Durchmesser von ca. 18 mm wurde der Aststumpf und das angrenzende Stammholz verletzt. Harzanreicherung im gesamten Wundbereich, jedoch keine Verfärbung durch Pilzeinwirkung.
- Astdurchmesser: ca. 30 mm;
Entnahmehöhe am Stamm: 1.60 m;
Zeit der Verletzung: März 1980.

4.4.4 Der Einfluß der Jahreszeit auf die Entstehung von Folgeschäden

In der "Anleitung zur Baumästung" von WILBRAND und KLINGELHÖFFER (1899) wird die Sommerästung der Fichte im Hinblick auf mögliche Folgeschäden als gefährlich beschrieben. Auch HEYER (1901) warnt davor, die "Ästung an warmen Frühlingstagen oder gar zur Saftzeit" durchzuführen.

Nachdem bei den meisten Fichten die Jahreszeit des letzten bzw. auch teilweise des vorletzten Eingriffs in die grüne Krone bekannt war, kann auch diese Fragestellung behandelt werden.

In ABB. 29 sind 524 Aststümpfe, bei denen der Astdurchmesser dem Wunddurchmesser entspricht und der Monat der Ästung bekannt ist, in Astdurchmesserklassen (Klassenbreite 10 mm) zusammengefaßt und nach dem Zeitpunkt der Grünästung aufgetragen. Keiner der Äste ist stärker als 30 mm. Die Verfärbungen sind auch hier wiederum nach dem Ausmaß und der Intensität in die drei Grade (schwach, mäßig und stark) unterteilt.

Die Anzahl der Aststümpfe pro Monat enthält TAB. 14. Die meisten dieser Stümpfe (459 Stümpfe) stammen von den 20 Fichten aus dem Forstamt Heidenheim, die von Januar bis Oktober geästet worden waren und die sich aus zwei Probestämmen pro Monat zusammensetzen. Diese Fichten wurden etwa im Stammabschnitt von 1.8 - 4.2 m Baumhöhe geästet. Einige, bereits zu einem früheren, unbekannten Zeitpunkt abgesägten Äste dieser Stämme bleiben hier unberücksichtigt.

In dem betrachteten Material sind auch die Äste der Stämme 1 und 2 aus dem Forstamt Königstein enthalten, die im Mai in Verbindung mit dem mechanisch-biologischen Schälschutz bis auf etwa 1.60 m Baumhöhe geästet worden waren. In die Auswertung sind weiterhin die Stümpfe der drei Fichten aus dem Fürstl. und Gräfl. Fugger'schen Stiftungsforstamt und die Stümpfe der beiden Fichten aus dem Privatwald Duschek mit eingegangen.

Der Anteil der Aststümpfe mit Verfärbungen als Folge der Grünästung ist gering. Bei den Ästungen in den Monaten Juni bis Okto-

ber ist es in keinem Fall im Anschluß an die Grünästung zu Verfärbungserscheinungen gekommen. Die Herbst- und Wintermonate erscheinen für die Ästung besonders günstig, wobei schon ab Juni kaum noch die Gefahr der Verfärbung besteht. Die meisten negativen Folgen (mäßige und starke Verfärbung) sind im April und Mai aufgetreten. Hierbei ist jedoch zu bedenken, daß es im April nur im Bereich von einem Stumpf zu starken Verfärbungen gekommen ist. Nach der Maiästung ist ein geringfügig höherer Anteil von Stümpfen in der Astumgebung schwach bzw. mäßig verfärbt. Diese Abweichung ist auf 13 Stümpfe aus den Stämmen 1 und 2 (Forstamt Königstein) zurückzuführen (TAB. 9 S. 60), die beide im Mai 1974 geästet worden sind und bei denen im Anschluß an die Ästung ein mechanisch-biologischer Schälschutz erfolgte. Das umgebende Stammholz dieser Äste ist durch rötlich-braune bis schwarze Verfärbung gekennzeichnet. Da in der Umgebung der meisten Stümpfe von Stamm 1 keine Verfärbungen zu erkennen sind und die Stümpfe der beiden im Mai geästeten Fichten aus dem Forstamt Heidenheim (Stamm 501 und 502) ebenfalls keine Folgen der Ästung aufweisen, kann davon ausgegangen werden, daß die Verfärbungen in der nächsten Umgebung dieser 13 Stümpfe von den beiden Fichten (Stamm 1 und 2) aus dem Forstamt Königstein nicht alleine durch den jahreszeitlichen Einfluß erklärt werden können. Bei diesen Stümpfen ist der jahreszeitliche Einfluß möglicherweise durch einen zusätzlichen Faktor, nämlich kleinflächigen Verletzungen als Folge des mechanisch-biologischen Schäl-schutzes, überlagert bzw. es ist nicht auszuschließen, daß beide Faktoren zusammenwirken.

Zusätzlich zu den 524 Stümpfen aus der ABB. 29 sind in der ABB. 30 alle Aststümpfe von Fichten mit aufgenommen, bei denen die Jahreszeit der Ästung bekannt ist oder bei denen angegeben werden kann, ob die Ästung während oder außerhalb der Vegetationszeit erfolgte. Den 268 Ästen, die in der Zeit von Mai bis August (Vegetationszeit) entfernt worden waren, stehen 765 Äste von Fichten gegenüber, an denen diese Maßnahme in der Zeit von September bis April (außerhalb der Vegetationszeit) ausgeführt worden war.

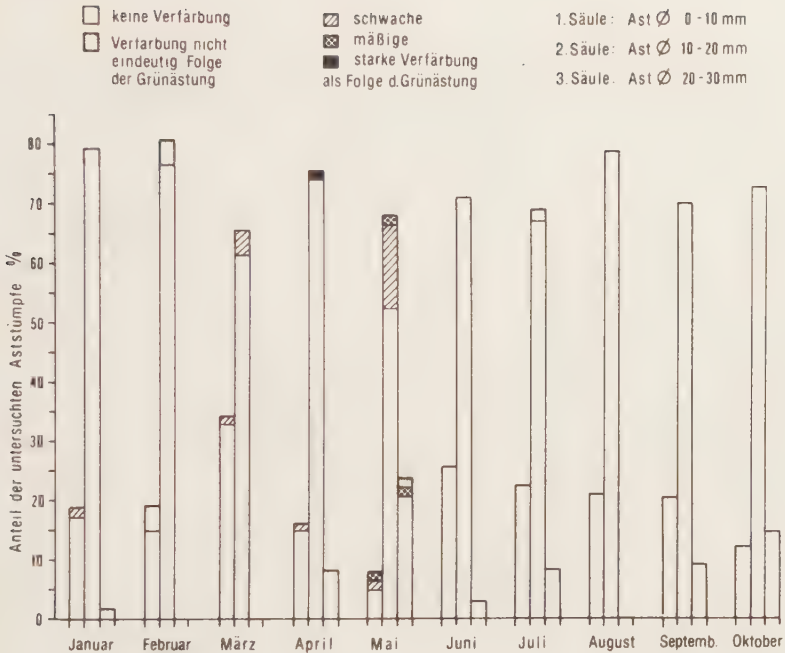


ABB. 29: Jahreszeitlicher Einfluß auf die Folgen der Ästung. Die Darstellung umfaßt 524 Aststümpfe, bei denen der Wunddurchmesser dem Astdurchmesser entspricht. (Die meisten dieser Stümpfe, nämlich 459, stammen von den 20 Probestämmen aus dem FoA Heidenheim.)

Ästungsmonat	Summe der Aststümpfe	Ästungsmonat	Summe der Aststümpfe
Januar	58	Juni	35
Februar	47	Juli	49
März	70	August	43
April	74	September	44
Mai	63	Oktober	41
312		212	
Summe:		524	

TAB. 14: Anzahl der nach Grünästung verbliebenen Stümpfe pro Monat.

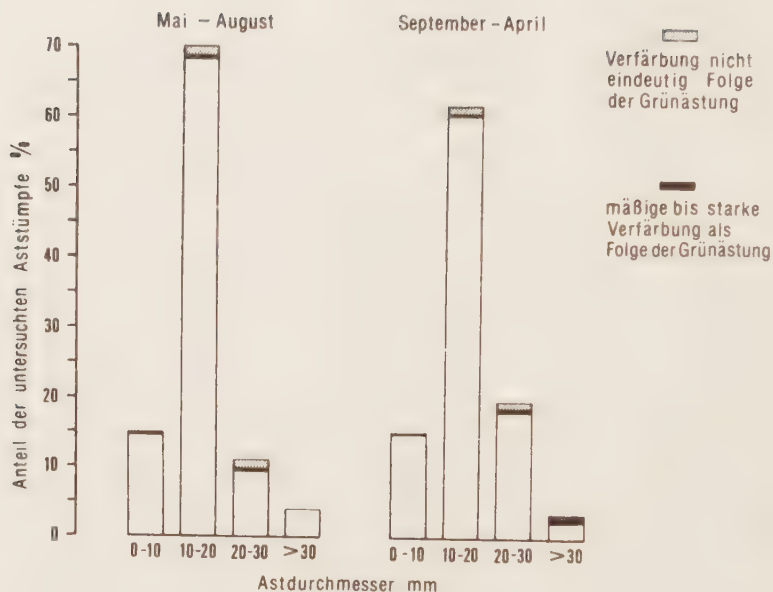


ABB. 30:

Anteil der Stümpfe mit Verfärbungen im astumgebenden Stammholz von 268 Ästen, die während der Vegetationszeit entfernt worden waren, bzw. von 765 Ästen, die außerhalb der Vegetationszeit entnommen wurden.

Bei den insgesamt 1033 Stümpfen entspricht der Wunddurchmesser dem Astdurchmesser.

Zur besseren Übersicht und wegen ihrer geringfügigen Auswirkungen sind in dieser Abbildung die Aststümpfe mit schwachen Verfärbungen im astumgebenden Holz nicht eingezeichnet. Ein erhöhter Pilzbefall als Folge der Grünästung während der Vegetationszeit kann nicht festgestellt werden.

Das vorliegende Ergebnis stimmt mit den Untersuchungen von NÄGELI (1952) und ZUMER (1964-66) überein, die keinen Zusammenhang zwischen der Jahreszeit und der Infektionshäufigkeit feststellen konnten. Trotzdem beurteilt NÄGELI die Ästung während der Vegetationszeit als sehr gefährlich, da es auf Grund des

empfindlichen Stammkambiums zu Quetschungen kommen kann und damit verbunden zu einer Erhöhung der Fäulegefahr. Bereits 1878 spricht sich HARTIG gegen die "Grünästung zur Saftzeit" aus, da Rindenverletzungen nicht zu vermeiden sind, von denen die Wundfäule ausgeht. Diese Erfahrung kann durch diese Untersuchung nicht bestätigt werden.

NYLINDER (1952) empfiehlt allgemein, die Grünästung nach Mittsommernacht durchzuführen, ergänzt aber, daß sie bei der Fichte auch zu jeder anderen Zeit erfolgen kann. BITTER und HARLFINGER (1972) vertreten ebenfalls die Meinung, daß die Ästung der Nadelbaumarten mit Handgeräten das ganze Jahr über vorgenommen werden kann. Auch das Merkblatt zur Wertästung der Landesforstverwaltung Rheinland-Pfalz (1981) enthält den Hinweis, daß an Nadelholz die erste Ästungsstufe (0 - 5 m) mit Handsägen ganzjährig als Trocken- oder Grünästung durchgeführt werden kann. In den meisten Fällen wird jedoch die Winterästung der Nadelhölzer bzw. der Fichte, besonders von Dezember bis kurz vor Beginn der Vegetationszeit als am geeignetsten angesehen (FINK und KALKHOF, 1863; DUCKSTEIN, 1883; ZEDERBAUER, 1909; VENET, 1955; KRIGUL, 1961; Hess. Landesforstverwaltung, 1973; MAYER, 1977; Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen, 1978). Häufig wird dies damit begründet, daß diese Ästungswunden schneller überwallen als solche, die in den anderen Jahreszeiten geschaffen worden sind.

Während die Angaben zur Handästung sehr unterschiedlich sind, wird die Maschinenästung auf Grund der in der Vegetationszeit zu erwartenden Kambium-(Druck-)Schäden nur in der Zeit der Saftruhe empfohlen (SACHSSE, 1969; MAHLER, 1969; BITTER und HARLFINGER, 1972; Hess. Landesforstverwaltung, 1973; MAYER, 1977; Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen, 1978; Landesforstverwaltung Rheinland-Pfalz, 1981).

4.4.5 Einfluß durch bereits vorhandene Stammfäulen auf die Entstehung von Folgeschäden

Bisher ist nur wenig darüber bekannt, ob die Ästungswunden von Fichten mit ausgedehnten Stammfäulen häufiger von Fäulepilzen infiziert werden als solche von gesunden Bäumen. Deshalb wird auch auf diese Problematik eingegangen. Hinzu kommt noch, daß an Stümpfen aus von Fäule betroffenen Stammabschnitten der 12 Fichten aus dem Kollektiv der insgesamt 20 versuchsweise geästeten Fichten (Forstamt Heidenheim Stamm 101 - 1002) eine vergleichsweise langsame Überwallung beobachtet worden war, durch die möglicherweise eine erhöhte Infektionsgefahr ausgehen kann.

Die Aststümpfe aus stammfaulen Abschnitten können unterteilt werden in

- solche, bei denen die Stammfäule den Ästungsbereich erfaßt hat und im nachhinein nicht mehr geklärt werden kann, ob die Pilzinfektion in Astnähe auf die Grünästung zurückzuführen ist und
- solche, bei denen die Stammfäule den Ästungsbereich nicht erfaßt hat.

In diesem Kapitel werden nur die Aststümpfe der zweiten Gruppe besprochen.

In TAB. 9 (Seite 60) ist in der Spalte "Bemerkungen zum Stamm" notiert, ob Fäule im Stamm vorgekommen ist. Soweit es auf Grund von Abimpfungsergebnissen möglich war, ist auch der Erreger angegeben. Als Erreger der von den Wurzeln ausgehenden "Rotfäule" wurde, wie zu erwarten war, in den meisten Fällen *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. festgestellt. Stammfäulen als Folge von früheren Verletzungen waren überwiegend durch *Stereum sanguinolentum* (A. & S. ex Fr.) Boid., gelegentlich auch durch *Bjerkandera adusta* (Willd. ex Fr.) Karst. und *Amylostereum areolatum* (Chaill. in Fr.) Boid. verursacht. Der hohe Anteil der Probestämme mit derartigen

Schäden ist auf das Auswahlkriterium zurückzuführen, nach dem Stämme mit äußerlich sichtbaren Schäden, bei denen eine Wert-erhöhung nicht mehr zu erwarten ist, bevorzugt entnommen wurden.

Von den insgesamt 30 Probestämmen aus rotfäulegefährdeten Beständen der Forstämter Heidenheim und Königsbrunn wurde an 12 Fichten bei der Datenaufnahme im Bestand wurzelbürtige Fäule vermerkt. Bei drei weiteren Fichten mit Stammfäulen und der Angabe "Erreger unbekannt" ist anzunehmen, daß auch dort *Heterobasidion annosum* beteiligt war. Eine erhöhte Pilzanfälligkeit an den Wunden der grün entfernten Äste war bei all diesen stammfaulen Fichten nicht zu beobachten.

Von allen stammfaulen Probestämmen ist der protzige Vorwuchs aus dem Forstamt Heidenheim (Stamm 7), an dem *Heterobasidion annosum* und *Bjerkandera adusta* nebeneinander aufgetreten sind, mit einem verhältnismäßig hohen Anteil von Aststümpfen mit Folgeschäden der einzige, bei dem ein möglicher Einfluß der Stammfäule auf die Infektionsbereitschaft vermutet werden kann. Dieser Zusammenhang ist jedoch auf Grund der sonstigen Ergebnisse unwahrscheinlich. In diesem Fall dürfen die Einflußfaktoren Aststärke und Schnittführung durch den Wulst nicht unberücksichtigt bleiben. Es kann davon ausgegangen werden, daß bei diesem Stamm mehrere Kriterien, wie sehr starke Äste, Wulstanschnitt und möglicherweise bereits vorhandene Stammfäule, zusammengetroffen sind, die Voraussetzung für die Pilzinfektion waren.

4.5 Aststümpfe mit Verfärbung oder Fäule im astumgebenden Stammholz, die nicht eindeutig der Grünästung zugeordnet werden kann

Bei 6.9 % (= 109 Aststümpfe) der insgesamt 1589 analysierten Aststümpfe, bzw. 44.5 % der verfärbten Aststümpfe, ist eine eindeutige Zuordnung der Verfärbungserscheinungen als Folge der Grünästung nicht mehr möglich (TAB. 10). Die Aststümpfe stammen aus Fichten mit ausgedehnter Stammfäule, die auch den Ästungsbereich erfaßt hat. Der Verlauf der Infektion kann in der Umgebung dieser Stümpfe nachträglich nicht mehr festgestellt werden.

Wenn man davon ausgeht, daß es im Anschluß an die Grünästung bei diesen 109 Stümpfen zu Pilzinfektionen gekommen ist, so zeigt die Aufschlüsselung nach den wichtigsten Einflußfaktoren Wulstanschnitt und Astdurchmesser, daß nur 29 Stümpfe auf die von der Wertästung hauptsächlich betroffenen Durchmesserklassen ≤ 30 mm entfallen (TAB. 15). Am Gesamtmaterial aller in diesem Stärkebereich bis 30 mm untersuchten Äste betrachtet, entsprechen diese 29 Stümpfe einem Anteil von 2.2 % (ABB. 27 Seite 76).

Summe der Stümpfe mit Verfärbung, die nicht eindeutig zugeordnet werden kann	Summe der Stümpfe mit Wulst- anschnitt	Summe der Stümpfe mit Durchmesser > 30 mm	Summe der Stümpfe mit Durchmesser ≤ 30 mm
109	60	20	29 $\left\{ \begin{array}{l} 14 \text{ schwach verf.} \\ 4 \text{ mäßig} \quad " \\ 11 \text{ stark} \quad " \end{array} \right.$

TAB. 15:

Aufteilung der 109 Aststümpfe aus Stammabschnitten mit Fäule, die auch den Ästungsbereich erfaßt hat. Eine eindeutige Zuordnung der Ursachen von in der Astumgebung auftretenden Verfärbungen war nicht möglich.

Der Anteil der Aststümpfe mit Verfärbungen im astumgebenden Stammholz, die nicht eindeutig zugeordnet werden können, liegt mit 6.9 % über den Werten, die NÄGELI (1952) und ZUMER (1964-66) in ihren Untersuchungen angeben. Hierbei ist jedoch zu bedenken, daß die Untersuchungen der beiden zitierten Autoren auf Fichten ausgerichtet sind, die im Hinblick auf eine Werterhöhung grün-geästet worden waren. Diese Arbeiten umfassen nur den Stärkebereich bis 25 mm. NÄGELI (1952) beschreibt starke Fäule im Bereich eines Astquirls, die nicht mit Sicherheit auf die Ästung zurückgeführt werden kann. Dagegen enthält das Material von ZUMER (1964 - 66) 3.7 % solcher Fälle (TAB. 1). Der vergleichsweise hohe Anteil von 6.9 % bei der vorliegenden Untersuchung erklärt sich durch die Auswahlkriterien. Gezielt wurden Fichten von rotfäulegefährdeten Beständen und Fichten mit Stammverletzungen (z.B. Rückeschäden) in die Untersuchung mit aufgenommen. Die meisten der 109 Stümpfe stammen aus folgenden Probestämmen:

- 35 Aststümpfe wurden an den Randbäumen der Forstämter Oberkochen (Stamm 1 und 2) und Waldsassen (Stamm 2, 3 und 4) und aus der v. Lotzbeck'schen Verwaltung (Stamm 4 und 6) ermittelt. Diese stammfaulen Fichten (TAB. 9) waren zum Zeitpunkt der Ästung bereits sehr stark und alle über 70 Jahre alt.
- 50 Aststümpfe stammen von dem bereits mehrfach erwähnten, stark von Fäule betroffenen Stamm 7 des Forstamtes Heidenheim und von Stamm 2 des Forstamtes Simmern.

Berücksichtigt man nur die Fichten, die mit dem Ziel einer Qualitätsverbesserung geästet worden waren, so kommen solche Aststümpfe mit Ausnahme der beiden protzigen Vorwüchse (Forstamt Heidenheim Stamm 7 und Forstamt Königsbronn Stamm 2) und Stamm 2 aus dem Forstamt Simmern nur vereinzelt vor und sind meist nur als "schwach verfärbt" beschrieben (TAB. 9 Seite 60).

4.6 Ermittlung der Fäuleerreger und der übrigen beteiligten Pilzarten

Zur Bestimmung der an den Holzverfärbungen und -fäulen beteiligten Pilzarten wurden insgesamt 6258 Abimpfungen in den stammfaulen Abschnitten von 29 Fichten und im Ast- bzw. astumgebenden Stammholz der durch Verfärbungserscheinungen gekennzeichneten Aststümpfe durchgeführt. Von den 6258 Abimpfungen blieben 4185 steril, 1432 erbrachten Pilzkulturen, aus 546 gingen reine Bakterienkulturen hervor und 95 ergaben Mischkulturen, die nicht verwertbar waren. Die gefundenen Stammfäule-Erreger sind in der TAB. 9 in der Spalte "Bemerkungen zum Stamm" angegeben.

Die folgende Beschreibung der an den Verfärbungen beteiligten Mikroorganismen bezieht sich ausschließlich auf diejenigen Aststümpfe, bei denen die Infektion eindeutig eine Folge der Grünästung war. Darin nicht erfaßt sind diejenigen Stümpfe, bei denen in den verfärbten Bereichen keine Abimpfungen vorgenommen wurden, und die 21 Aststümpfe der drei Probestämme aus dem Forstamt Waldsassen. TAB. 16 gibt einen Überblick über die untersuchten und nicht untersuchten Gruppen, unterteilt nach den drei Verfärbungsgraden.

Untersuchungsgruppen	Anzahl der Aststümpfe pro Verfärbungsgrad		
	schwach	mäßig	stark
An 81 Aststümpfen wurden Abimpfungen vorgenommen.	29	26	26
Bei den 21 Aststümpfen der drei Probestämme aus dem FoA Waldsassen wurden zur Bestimmung des Fäuletyps stichprobenartig fluoreszenz- mikroskopische Untersuchungen durchgeführt.	3	4	14
An 34 Aststümpfen wurden keine Abimpfungen vorgenommen	21	11	2
Summe	53	41	42

TAB. 16:

Aufteilung der 136 Aststümpfe mit Verfärbungserscheinungen nach Grünästung im astumgebenden Stammholz - und vereinzelt auch im Astholz - nach der Art der Untersuchung, die zur Ermittlung der holzerstörenden Pilze und der übrigen beteiligten Pilzarten durchgeführt wurden.

Bei den o.g. 21 Aststümpfen wurden anstelle von Abimpfungen stichprobenartig fluoreszenzmikroskopische Untersuchungen im stark verfärbten, jedoch noch nicht zersetzten, astumgebenden Stammholz durchgeführt und damit lediglich der Fäuletyp erfaßt. In allen Fällen war in den mit Acridin-Orange gefärbten Schnitten am Fluoreszenzmikroskop der in ABB. 31 dargestellte Farbumschlag aufgetreten, der ein typisches Kennzeichen für die Enzymwirkungen eines Weißfäuleerregers ist (v. AUFSESS et al. 1968).



ABB. 31: Fluoreszenzmikroskopische Aufnahme vom astumgebenden Stammholz mit Befall durch Weißfäuleerreger.

In den von ligninabbauenden Enzymen beeinflussten Bereichen kommt es zu einem Farbumschlag. Die Einflußbereiche des Weißfäuleerregers sind durch ihre dunklere Färbung erkennbar.

Erregerfilter: BG 12;

Sperrfilter : 47;

Vergrößerung : 128 x.

An den insgesamt 81 nach dem im Kap. 3.5 aufgezeigten Schema ausgewählten Aststümpfen wurden 1488 Abimpfungen vorgenommen. Bei 51 Aststümpfen wurden Mikroorganismen ermittelt, bei 30 Aststümpfen blieben die Abimpfungen steril. Diese 30 Aststümpfe setzen sich aus 19 Aststümpfen mit schwachen, 8 mit mäßigen und 3 mit starken Verfärbungserscheinungen zusammen. Für die Sterilität kommen folgende Erklärungen in Frage:

- Lebendes Myzel war zum Zeitpunkt der Abimpfung nicht mehr vorhanden. Diese Annahme trifft vermutlich bei den 3 Aststümpfen mit Wulstanschnitt und auffallend starken braunen Verfärbungserscheinungen im astumgebenden Stammholz von Probestamm 7 aus dem FoA Grünberg zu, bei denen trotz starker Verfärbungserscheinungen keine Pilze isoliert werden konnten.

- Bei den 8 Aststümpfen mit mäßig brauner oder schwarzer Verfärbung bzw. den 19 Aststümpfen mit überwiegend schwach blaugrauer Verfärbung im astumgebenden Stammholz handelt es sich möglicherweise um oxydative Farbänderungen. Bei einigen Aststümpfen mit schwach bräunlicher Verfärbung wird diese evtl. einer verstärkten Harzanreicherung zuzuschreiben sein.
- Bei einzelnen Pilzen ist nicht auszuschließen, daß sie sich aus verschiedenen, vielfach noch ungeklärten Gründen nicht aus den Impfspänen entwickelt haben (v. PECHMANN und v. AUFSCESS, 1971).

Den Ergebnissen der Abimpfungen aus den verfärbten, astumgebenden Zonen der 81 Aststümpfe (TAB. 17) ist zu entnehmen, daß mit abnehmendem Verfärbungsgrad die Anzahl der Aststümpfe, bei denen die Abimpfungen steril geblieben sind, exponential ansteigt.

Eine Übersicht über die Ergebnisse der Abimpfungen aus den Verfärbungszonen der 81 Aststümpfe enthält TAB. 17. Die Tabelle enthält die Zahl der Aststümpfe, in deren Bereich Pilz- und Bakterienkulturen nachgewiesen worden sind. Da in den verfärbten Zonen häufig verschiedene Mikroorganismen vorgekommen sind, ergibt sich somit eine von 100 % abweichende Zahl.

Nach den "Tegernseer Gebräuchen" (ANONYMUS, 1961) gelten rotbraune und blaue Verfärbungen bei der Brettsortierung als sortierungsentscheidende Fehler. Im Hinblick auf diese Gütebestimmungen interessieren deshalb vor allem die Pilzarten, die solche Verfärbungen verursachen. Nach v. PECHMANN et al. (1967) sind an der Rotstreifigkeit verschiedene Basidiomyceten beteiligt, die zu den Weißfäule-Erregern gehören. Ebenso können Wundfäulen von einer Reihe von Basidiomyceten hervorgerufen werden, die überwiegend ebenfalls den Weißfäuleerregern zuzuordnen sind (v. AUFSCESS, 1978).

In den grüneästeten Fichten konnte als einziger Basidiomycet *Stereum sanguinolentum*, ein typischer Rotstreife- und Wundfäuleerreger einmal aus dem Astholz von einem Aststumpf (ABB. 32a) und im astumgebenden Stammholz von vier Aststümpfen isoliert

werden. In allen fünf Fällen war die Verfärbung im Umkreis dieser Stümpfe als stark beschrieben. Ein Abbau der Holzstruktur war bereits in zwei Fällen zu beobachten.

Mikroorganismen	Aststümpfe mit Verfärbungen im astumgebenden Stammholz vereinz.auch im Astholz			%
	Verfärbungsgrad			
	schwach	mäßig verfärbt	stark	
Basidiomyceten - Stereum sanguinolentum (A. u. S. ex Fr.) Boid			5	6.2
Nicht-Basidiomyceten Bläuepilze				
- Cladosporium cladosporoides (Fres.) de Vries		1		1.2
- Zalerion arboricola Buczacki		4	2	7.4
- Pyrenochaeta spec.			1	1.2
- Leptodontium beauverioides de Haag			1	1.2
- Aureobasidium pullulans (de Bary) Arnaud			1	1.2
- Alternaria spec.	1			1.2
- Cytospora spec.		2		2.5
- unbekannte Bläuen				
sonstige Nicht-Basidiomyceten				
- Nectria fuckeliana Booth	5	14	13	39.5
- Penicillium spec.	1	6	3	12.3
- Pestalotia truncata Lév.		1		1.2
- Coryne sarcoides Jacq.ex S.F.Grey Groves&Wilson		1		1.2
- unbekannte Nicht-Basidiomycet.	2	4	8	17.3
Bakterien	8	11	14	40.7
steril	19	8	3	37.0

TAB. 17: Ergebnisse der Abimpfungen

Der Aststumpf, bei dem *Stereum sanguinolentum* im Astholz isoliert worden war (ABB. 32a), stammt aus dem stammfaulen Vorwuchs (Stamm 7) aus dem Forstamt Heidenheim, bei dem dieser Pilz auch in den Stammabschnitten zwischen den Astquirilen gefunden worden war. Die Verfärbung beschränkt sich auf die untere Asthälfte. In dem stark verfärbten astumgebenden Stammholz konnte der Pilz aber nicht nachgewiesen werden (ABB. 32a).

Zwei der vier Aststümpfe mit *Stereum sanguinolentum* im astumgebenden Stammholz kommen aus dem Stamm 4 des Forstamtes Königstein (ABB. 32b). In beiden Fällen handelt es sich um Aststümpfe mit Astdurchmessern über 30 mm. Auch bei diesem Stamm wurde der holzzerstörende Basidiomycet mehrfach in verschiedenen astreinen Stammabschnitten gefunden. Die anderen beiden *Stereum*-Kulturen hatten sich aus Proben mit bereits beginnendem Holzabbau der Stämme 1 und 2 des Privatwaldes Duschek entwickelt. An einem dieser Aststümpfe mit einem Astdurchmesser von 12 mm ist auf Grund der Schnittführung durch den Wulst ein Wunddurchmesser von 40 mm entstanden. Bei dem zweiten Aststumpf ist es als Folge der groben Ästungstechnik - die grünen Äste wurden, wie bereits erwähnt, mit der Axt abgeschlagen - zu einer starken Verletzung des astumgebenden Stammholzes gekommen. RISLEY und SILVERBORG (1958) berichten von einem mit der Axt geästeten Fichtenbestand, in dem die entstandenen Wunden ebenfalls mit *Stereum sanguinolentum* befallen waren.

Bei 18 Aststümpfen sind Bläuepilze, vielfach zusammen mit anderen Pilzen, aufgetreten (ABB. 32c). In den meisten Fällen waren die Verfärbungen als mäßig bzw. stark beschrieben (TAB.17). Sie können daher als qualitätsmindernde Folgeschäden bezeichnet werden. Bis auf *Zalerion arboricola*, *Cytospora spec.* und die Gruppe der unbekannten Bläuen, sind die verschiedenen Bläuepilze nur jeweils an einem Aststumpf vorgekommen. *Zalerion arboricola* ist im Astholz von einem Aststumpf, im Übergangsbereich von drei und im astumgebenden Stammholz von zwei Aststümpfen gefunden worden. *Cytospora spec.* wurde aus orange verfärbten Zonen

im Bereich der Schnittfläche im Astholz von zwei Aststümpfen isoliert. Die zwei Stümpfe stammten aus einer Fichte.

Die weitaus überwiegende Mehrheit der gefundenen Pilzarten gehören wie die Bläuepilze zu den Nicht-Basidiomyceten, die nicht als Holzzerstörer einzustufen sind. Der am häufigsten isolierte Pilz war *Nectria fuckeliana*, vorwiegend im Übergangsbereich und im astumgebenden Stammholz von 32 Aststümpfen mit meist mäßigen oder starken Verfärbungszonen nachgewiesen. Dieses Ergebnis stimmt mit den neueren Untersuchungen über Folgeschäden nach Stammverletzungen von BONNEMANN (1979), MENG (1980), F. ROLL-HANSEN und H. ROLL-HANSEN (1980) und KOLTZENBURG (1981) überein, bei denen *Nectria fuckeliana* ebenfalls im Bereich der Wunden angetroffen worden war. Nach F. ROLL-HANSEN (1962) und BUTIN (1983) ist *Nectria fuckeliana* ein typischer Wundparasit und Rindenpilz, der das Holz schwach rötlich-braun oder grau verfärbt. BONNEMANN (1979) stellt fest, daß der Pilz über den ganzen Wundquerschnitt verteilt vorkommt, ohne eine Verfärbung des Holzes zu verursachen. V. AUFSESS (1978) schließt nicht aus, daß verschiedene Nicht-Basidiomyceten, unter ihnen *Nectria fuckeliana*, möglicherweise einen Einfluß auf das Wachstum anderer Wundparasiten haben.

Wie der TAB. 17 weiterhin zu entnehmen ist, konnten bei 17.3 % bzw. 12.3 % der Aststümpfe mit Pilzbefall unbekannte Nicht-Basidiomyceten und *Penicillium spec.* nachgewiesen werden (ABB. 32c). Unter Berufung auf SCHÖNHAR berichtet MENG (1978), daß ein hoher Anteil von *Penicillium spec.* typisch ist für verletztes Holz und daß dieser Schimmelpilz auch im unverletzten Holz vorkommt.

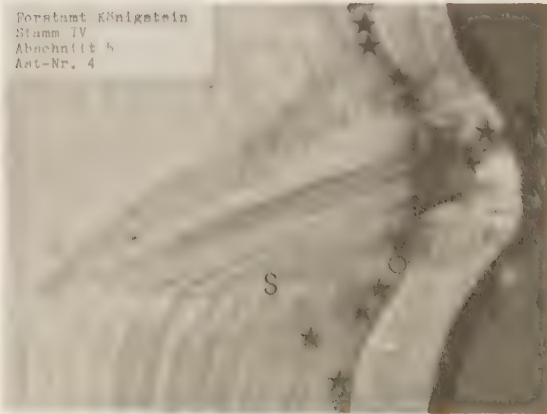
Am Spektrum der isolierten Mikroorganismen sind neben *Stereum sanguinolentum*, dem einzigen Basidiomyceten, der nachgewiesen werden konnte, und den Nicht-Basidiomyceten auch Bakterien beteiligt. Im Astholz selbst sind sie nur bei vier Aststümpfen vorgekommen, wogegen sie im Übergangsbereich und im astumgebenden Stammholz sehr häufig zu finden waren (ABB. 32a/d). Das

trifft z.B. für den stark verfärbten Übergangsbereich bzw. das astumgebende Stammholz der Aststümpfe aus dem Probestamm 7 des Forstamtes Heidenheim zu, wo neben zahlreichen Pilzen auch Bakterien das Holz besiedelt hatten. Vereinzelt ist es aber auch vorgekommen, daß aus schwach verfärbten Zonen einiger Aststümpfe nur Bakterien isoliert worden waren (ABB. 32d). Von einer starken Besiedelung der Wundflächen durch Bakterien berichten ebenfalls die Autoren MENG (1978) und KOLTZENBURG (1981). Nach v. PECHMANN und v. AUFSESS, (1971) ist eine antagonistische Wirkung von Bakterien, die sich hemmend auf das Wachstum und die Aktivität von holzerstörenden Pilzen auswirkt, nicht auszuschließen.



a

Forstamt Königstein
Stamm IV
Abschnitt 5
Ant-Nr. 4



b



c



d

ABP. 32a-d: Abimpfungsbeispiele

Bild- und Zeichenerklärung siehe nächste Seite

Zeichenerklärung zur ABB. 32a-d (Seite 102):

- ★ steril gebliebene Abimpfungen
- Bläuepilze
- ▲ unbekannter Nicht-Basidiomycet
- ⊙ Bakterien
- S Stereum sanguinolentum

Bilderklärung zur ABB. 32a-d: (Seite 102)

- a) Beispiel für starke rotbraune bis schwarzbraune Verfärbung nach Grünästung als Folge von Pilzinfektionen. Ein Abbau der Holzstruktur ist nicht zu erkennen.

Astdurchmesser: 18.0 mm;
 Wunddurchmesser: 55.8 mm;
 Jahr der Handästung: 1974;
 Entnahmehöhe am Stamm: 4.80 m.

- b) Beispiel für starke rotbraune Verfärbung nach Grünästung als Folge von Pilzinfektionen. Ein Abbau der Holzstruktur ist in dem verfärbten Bereich nicht zu erkennen.

Astdurchmesser: 45.5 mm;
 Jahr der Maschinenästung: 1971;
 Entnahmehöhe am Stamm: 5.40 m.

- c) Starke Verfärbungserscheinungen im Übergangsbereich und astumgebenden Stammholz. In den verfärbten Zonen wurden keine Basidiomyceten isoliert, jedoch zahlreiche Nicht-Basidiomyceten.

Astdurchmesser: 31.4 mm;
 Wunddurchmesser: 45.8 mm;
 Jahr der Handästung: 1974;
 Entnahmehöhe am Stamm: 2.70 m.

- d) Schwache Verfärbung im astumgebenden Stammholz an der Astunterseite und punktuell an der Astoberseite.

Astdurchmesser: 19.0 mm;
 Jahr der Handästung: 1978;
 Entnahmehöhe am Stamm: 1.25 m.

5. SCHLUSSBETRACHTUNG

Unter Berücksichtigung der weitständigen Bestandesbegründung und des damit verbundenen späteren Absterbens der Äste kann die Trockenästung bei der Fichte erst zu einem Zeitpunkt einsetzen, bei dem der ästige, innere Stammbereich bereits größer ist als das geforderte innere Drittel des Enddurchmessers. In Zukunft wird also die Ästung zur Qualitätsverbesserung im verstärkten Maße Grünästung voraussetzen. BURSCHEL (1974) empfiehlt deshalb bei Bestandesformen, die von Anfang an von geringeren Baumzahlen ausgehen, die Grünästung als obligatorische Maßnahme der Waldpflege auch bei der Fichte zu berücksichtigen.

Die Grünästung dieser Baumart wird jedoch bis heute - wie mehrfach erwähnt - hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Gesundheitszustand des Holzes sehr unterschiedlich beurteilt.

Bei Untersuchungen an Stammquerschnitten im Bestand wurden an 44 Astquirlen von 16 geästeten Fichten 50 nach Grünästung verbliebene Aststümpfe ermittelt. Nur im Bereich eines einzigen Stumpfes, bei dem der Ästungsschnitt ebenfalls außer dem Astholz auch das angrenzende Stammholz erfaßt hat, ist es zu Verfärbungen gekommen.

Bei 1589 im Labor analysierten Aststümpfen aus den geästeten Stammabschnitten von 74 Fichten ist es in 83 Fällen (= 5,2 %) zu qualitätsmindernden Verfärbungserscheinungen im astumgebenden Stammholz, vereinzelt auch im Astholz, gekommen. Diese Verfärbungen waren je zur Hälfte mäßig oder stark ausgeprägt, d.h. im Umkreis dieser Stümpfe sind deutlich verfärbte Stellen zu erkennen bzw. das astumgebende Holz ist in großen Bereichen verfärbt. Diese Verfärbungen sind überwiegend in solchen Fällen aufgetreten, bei denen die Ästungswunde sich nicht auf den Ast beschränkt hat, sondern im umgebenden, stark ausgeprägten Astwulst auch das Stammholz verletzt wurde oder bei denen besonders starke Äste entfernt wurden.

In den stark rotbraun verfärbten Bereichen von zwei Stümpfen, die nach einer sehr unpfleglich durchgeführten Ästung verblie-

ben, waren die Verfärbungen bereits in eine Holzfäule übergegangen. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, daß sich in der stark rotbraun verfärbten Umgebung der einen oder anderen Astwunde im Laufe der Jahre vereinzelt noch weitere Zersetzungserscheinungen zeigen könnten.

Bei der Beurteilung dieser Ergebnisse ist zu beachten, daß das gesamte Untersuchungsmaterial, wegen der Einbeziehung von Extremfällen, einen großen Aststärkebereich umfaßt und die Entfernung der grünen Äste nicht nur zur Qualitätsverbesserung, sondern aus unterschiedlichen Gründen und nicht immer pfleglich durchgeführt wurde.

Läßt man bei der Betrachtung einmal diejenigen Fichten unberücksichtigt, deren grüne Äste für Schmuckreisig genutzt wurden bzw. deren grüne Äste aus Gründen der Sicht u.ä. entfernt wurden, so zeigt sich zunächst, daß auch bei 46 (im Labor untersuchten) wertgeästeten Fichten Stümpfe mit qualitätsmindernden Verfärbungen aufgetreten sind. An immerhin 10 der 46 Probestämme (von denen einige nicht den eigentlichen Anforderungen für die Wertästung entsprochen haben) kommen derartige Folgeerscheinungen vor. Die Analyse hat jedoch ergeben, daß diese Verfärbungen meist im Anschluß an einem Wulstanschnitt, durch die Entfernung von zu starken Ästen oder auf Grund unpfleglicher Ästungstechnik entstanden sind. Nur an 2 Fichten sind diese Verfärbungen auf die Grünästung selbst zurückzuführen.

Berücksichtigt man nur die insgesamt 1297 Aststümpfe im Durchmesserbereich bis 30 mm, bei denen die Voraussetzungen für eine Wertästung gegeben sind und bei denen der Wunddurchmesser dem Astdurchmesser entspricht, sind lediglich bei 18 Stümpfen (= 1.4 %) qualitätsmindernde Verfärbungen im Anschluß an die Grünästung entstanden (ABB. 27). Die wenigen Folgeschäden nach der Grünästung beschränken sich im allgemeinen auf den ästigen, inneren Kern. Sie beeinträchtigen das nach der Grünästung gebildete Holz also nicht. Damit steht fest, daß nach einer sorgfältig und pfleglich durchgeführten Grünästung im Stärkebereich bis 30 mm, bei der das astumgebende Stammholz nicht verletzt

wird, keine Ästungsfäule auftritt und Verfärbungen selten sind. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu der Feststellung von MAYER-WEDELIN (1936), daß die Grünästung der Fichte zu Fäule führt. Das Ergebnis widerspricht auch der Begründung für die Ablehnung der Grünästung in den "Richtlinien für die Wertästung im bayerischen Staatswald" (1980), wonach die Fichte zu einer rechtzeitigen, ausreichenden Abschirmung gegen äußere Schadeinwirkung nicht fähig ist.

Übereinstimmung besteht dagegen mit den positiven Erfahrungen früherer Autoren (R. HARTIG, 1878; KIENITZ, 1928; BURGER, 1940; NYLINDER, 1952) und den Resultaten der Untersuchungen von ROMELL (1940-41), NÄGELI (1952), ZUMER (1964-66) und OLISCHLÄGER (1969).

Aus dem vorliegenden Ergebnis ergibt sich für die forstliche Praxis die Folgerung, daß nach der Entfernung von grünen Ästen im Rahmen der Wertästung nur selten Folgeschäden zu erwarten sind. Die Grünästung der Fichte ist deshalb durchaus positiv zu beurteilen.

Fichten mit starken Ästen oder mit Neigung zu starker Wulstbildung dürften kaum als ästungswürdig eingestuft werden. Wenn Äste mit auffallend stark ausgeprägten Wülsten trotzdem entfernt werden müssen, ist der Wulst am Stamm zu belassen. Bei dem - inzwischen ziemlich seltenen - Einsatz der Klettersäge wird sich diese Forderung nicht immer verwirklichen lassen. Ein Faktor, der wie zahlreiche andere, gegen die maschinelle Ästung mit der Klettersäge spricht.

Die Entfernung von Ästen bis 30 mm kann genjählig mit der Handsäge durchgeführt werden. Es ist dabei darauf zu achten, daß der Ästungsschnitt - wie in den meisten Ästungsrichtlinien beschrieben - unmittelbar am Stamm erfolgt und die Ästungswunde glatt ist. Nicht vollständig entfernte Astsplitter oder -stummel verzögern die Überwallung und beeinträchtigen die wertvollen astfreien Schichten. Verletzungen am Stammholz sind zu vermeiden. Besonders gefährdet ist dabei das Stammholz an der Astunterseite.

Die Tatsache, daß Verfärbungen fast ausnahmslos im Grenzbereich Astholz/Stammholz und im astumgebenden Stammholz zu finden waren, läßt den Schluß zu, daß das Astholz auf Grund anatomischer Gegebenheiten und chemischer Eigenschaften gegen Pilzangriff resistenter ist als das Stammholz. Für diese Annahme sprechen vor allem Beobachtungen an Ästungswunden, bei denen über das Astholz hinaus im Wulst das Stammholz bloßgelegt wurde und die Verfärbungen vom Schnitt ausgehend über das Stammholz in das Innere verlaufen. Das Astholz der Nadelhölzer ist im Vergleich zum Stammholz durch einen hohen Harzgehalt, sehr schmale Jahrringbreiten und eine hohe Rohdichte gekennzeichnet (VORREITER, 1943; TRENDELENBURG und MAYER-WEGELIN, 1955; BOUTELJE, 1966; HAKKILA, 1970). Nach RYPÁČEK (1966) besteht eine Beziehung zwischen der Dichte und der Widerstandsfähigkeit des Holzes gegenüber holzzerstörenden Pilzen und LÜFFLER (1975) konnte nachweisen, daß sich Wundfäule in der Fichte um so rascher ausbreitet, je breiter die Jahrringe sind und je größer die Wunde ist. Weitere mögliche Faktoren, die im unmittelbaren Zusammenhang mit einer Pilzinfektion stehen, sind die rasche Austrocknung der Ästungswunde und die Vitalität des Astes. Beide Kriterien konnten jedoch Jahre nach der Ästung am Aststumpf nicht mehr ermittelt werden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die innere Ästigkeit gilt als sortierungsentscheidendes Merkmal bei der Bewertung des Fichtenschnittholzes. Die Grünästung wird mit der Einführung weiterer Pflanzverbände zukünftig an Bedeutung gewinnen, da diese Maßnahme ein späteres Absterben der Äste zur Folge hat, verbunden mit einem Anstieg der Äststärken im unteren für die Qualität entscheidenden Stammbereich. Die Grünästung der Fichte ist aber bis heute in der Praxis wegen möglicher Fäuleschäden umstritten.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob und in welchem Umfang Holzverfärbungen bzw. -fäulen durch Grünästung verursacht werden.

Die Auseinandersetzung um die Grünästung der Fichte und der damit verbundenen Fäulegefahr reichen bis in das letzte Jahrhundert zurück. Die damaligen Fäuleerscheinungen jedoch waren überwiegend eine Folge von unpfleghchen Ästungen, die nicht zum Zwecke der Qualitätsverbesserung durchgeführt worden waren. Neuere Arbeiten, die im europäischen Ausland entstanden sind, weisen darauf hin, daß bei sorgfältig durchgeführter Grünästung das Risiko von Fäulnis nicht vorhanden ist.

Ausgangsmaterial für die eigenen Untersuchungen waren die geästeten Stammabschnitte von 90 Fichten aus Baden-Württemberg, Bayern, Hessen und Rheinland-Pfalz. Die Probestämme waren hinsichtlich ihrer Baum- und Ästungsdaten sehr heterogen. Um die Voraussetzungen für die Entstehung von Folgeschäden möglichst vollständig erfassen zu können, wurden auch Fichten untersucht, bei denen auf Grund starker Astnarben oder sehr unpfleghch ausgeführter Ästung die Kriterien für eine Wertästung nicht erfüllt waren.

An 16 Fichten wurden bereits im Bestand 44 Astquirlle, bei denen Grünästung angenommen werden konnte, quergeschnitten und untersucht.

In der Hauptuntersuchung wurden 1589 Äste nach Grünästung aus 74 Fichten im Labor umfassend analysiert. Bei 46 Probestämmen

erfolgte die Grünästung zum Zwecke der Wertholzproduktion. (In dem wertgeästeten Kollektiv sind 5 protzige Vorwüchse mit enthalten, die den eigentlichen Anforderungen für eine Wertästung nicht entsprechen.) Den übrigen 28 Stämmen wurden die grünen Äste aus sonstigen Gründen entfernt.

Von den 1589 Ästen aus 74 Fichten hatten 64 % Durchmesser in dem für die Qualitätsästung entscheidenden Bereich bis 20 mm. 24.5 % entfallen auf den Bereich zwischen 20 und 30 mm.

Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

- 1) Verfärbungserscheinungen konnten nur im Bereich von einem der insgesamt 50 nach Grünästung verbliebenen Stümpfe der 16 Fichten nachgewiesen werden, die bereits im Bestand querschnitt wurden. Der Ästungsschnitt führte bei diesem über das Astholz hinaus durch das angrenzende Stammholz. Fäulen wurden nicht beobachtet.
- 2) Von den 46 wertgeästeten Fichten weisen 10 qualitätsmindernde Verfärbungen in der nächsten Umgebung von nach Grünästung verbliebenen Aststümpfen auf. In den meisten Fällen sind diese Verfärbungserscheinungen im Anschluß an einen Wulstanschnitt, durch die Entfernung von zu starken Ästen oder auf Grund unpfleghcher Ästungstechnik entstanden. Nur an 2 Stämmen sind diese Verfärbungserscheinungen auf die Grünästung selbst zurückzuführen.

Von den insgesamt 1589 Aststümpfen sind 5.2 % (= 83 Aststümpfe) durch qualitätsmindernde Verfärbungserscheinungen im Übergangsbereich Astholz/Stammholz und im astumgebenden Stammholz aufgefallen. Nur in der nächsten Umgebung von 2 Stümpfen ist die Verfärbung in Fäule übergegangen.

Bei weiteren 109 Aststümpfen (= 6.9 %) aus Abschnitten von stammfaulen Fichten, bei denen die Fäule auch den Ästungsbe-
reich erfaßt hat, ist eine Zuordnung der Verfärbungserscheinungen zur Stammfäule bzw. Grünästung nicht eindeutig möglich. Sie konnten daher nicht in die Auswertung einbezogen werden.

- 3) Als einziger holzzerstörender Basidiomycet konnte *Stereum sanguinolentum* im verfärbten Astholz bzw. astumgebenden Stammholz von 5 Stümpfen durch Abimpfungen ermittelt werden. Diese Äste waren durch große Durchmesser gekennzeichnet oder sehr unpfleglich entfernt worden (z.B. Abschlagen mit der Axt) oder der Astwulst wurde im Zuge der Ästung mit angeschnitten.

Bei weiteren Aststümpfen mit meist großem Wulstanschnitt und ähnlich stark verfärbten astumgebenden Bereichen bestand der Verdacht, daß *Stereum*-Befall vorhanden ist, worauf auch die stichprobenartig durchgeführten fluoreszenzmikroskopischen Untersuchungen hingewiesen haben.

- 4) Die Schnittführung durch auffällig ausgeprägte Astwülste und die damit verbundene Verletzung von Stammholz führt zu einer starken Vergrößerung der Ästungswunde. Je mehr Stammholz durch den Ästungsschnitt bloßgelegt wird, desto wahrscheinlicher ist eine Infektion durch Mikroorganismen. Der Pilzbefall erfolgt vorwiegend über das freigelegte, tangential angeschnittene Stammholz.

- 5) Bei den insgesamt 1297 Aststümpfen im Durchmesserbereich bis 30 mm, bei denen nur das Astholz angeschnitten wurde, ist es in nur 1.4 % der Fälle zu qualitätsmindernden Verfärbungen gekommen.

In den von Verfärbungserscheinungen betroffenen Zonen wurden fast ausschließlich Bakterien und Nicht-Basidiomyceten nachgewiesen. *Stereum sanguinolentum* konnte nur im stark verletzten astumgebenden Stammholz an einem Aststumpf isoliert werden.

- 6) Ein Zusammenhang zwischen unebenen und splittrigen Ästungswunden und der Entstehung von Pilzschäden konnte nicht nachgewiesen werden.

Nicht vollständig entfernte Astsplitter und -stummel verzögern aber die Überwallung und beeinträchtigen die astfreien Schichten.

- 7) Eine erhöhte Pilzanfälligkeit als Folge der Grünästung während der Vegetationszeit konnte bei insgesamt 268 Stümpfen von Ästen, die in den Monaten Mai - August entfernt wurden, nicht beobachtet werden.
- 8) Ein Einfluß durch bereits vorhandene Stammfäule auf die Entstehung von Folgeschäden läßt sich nicht nachweisen.

Die Untersuchung an pfleglich geästeten Fichten aus dem süddeutschen Raum hat gezeigt, daß bei der Entfernung von grünen Ästen im Rahmen der Wertästung qualitätsmindernde Verfärbungen im astumgebenden Stammholz nur in äußerst geringem Umfang vorkommen.

7. LITERATURÜBERSICHT

- ABENEY, E. (1981): Zur Wertästung von Nadelhölzern mit Handgeräten. Dissertation der Georg-August-Universität zu Göttingen: 138 S.
- ABETZ, P., MERKEL, O. (1968): Aststärken und Schaftovalität in Fichten-Reihenbeständen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 139,6: 138-145.
- ALERS, G. (1876): Über Aufastung der Waldbäume. Centralblatt für das gesamte Forstwesen 2: 402-408.
- ANDERSON, R.T. (1937): Pruning of green branches of conifers. Quart. J. Forest, London 31, 1: 29-31.
- ANONYMUS (1961): Gebräuche im Verkehr mit inländischem Rundholz, Schnittholz und Holzhalbwaren "Tegernseer Gebräuche". Festgestellt am 4.Febr.1950 zu Tegernsee von den Verbänden der Sägeindustrie, Holzhandels und der Holzverarbeitenden sowie Holzverbrauchenden Wirtschaft. Fassung 1961. Stuttgart: Holz-Zentralblatt Verlags-GmbH: 45 S.
- ANONYMUS (1981): Auszug aus den "Waldbaurichtlinien für den Staatswald im Saarland: 5. Fichtenbestände": 50-59.
- ARNSWALDT, B. (1935): Die Erziehung astreinen Nutzholzes. Der deutsche Forstbeamte 3, 2: 25-30.
- ARX, J.A., v. (1970): The genera of fungi sporulating in pure culture. Lehre: J. Cramer: 288 S.
- AUFSESS, H., v. (1975): Über die Bildung einer Schutzsperre an der Astbasis von Laub- und Nadelbäumen und ihre Wirksamkeit gegen das Eindringen von Pilzen in das Kernholz lebender Bäume. Forstw. Centralblatt 94: 140-152.
- AUFSESS, H., v. (1978): Beobachtungen über die Auswirkung moderner Durchforstungsverfahren auf die Entstehung von Wundfäulen in jungen Fichtenbeständen. Forstw. Centralblatt 97, 3: 141-156.
- AUFSESS, H., v., PECHMANN, H., v., GRAESSLE, E. (1968): Fluoreszenzmikroskopische Beobachtungen an pilzbefallenem Holz. Holz als Roh- und Werkstoff 26: 50-61.
- BAUR (1873): Mitteilungen über Erfahrungen bei dem Aufästen der Waldbäume und über die Wirkung des Aufästens auf den Gebrauchswert, insbesondere bei der Fichte. Bericht über die I. Versammlung deutscher Forstmänner zu Braunschweig vom 8. bis 12. September 1872: 40-63.
- BAYER. STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1980): Richtlinien für die Wertastung im Bayerischen Staatswald: 21 S.
- BAYER. STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1983): Wegweiser für den bayerischen Waldbesitz (3. Jungbestandspflege und Wertastung) 2. Aufl.: 25 S.
- BECKMANN, J.G. (1758): Gegründete Versuche und Erfahrungen von der zu unsern Zeiten höchst nöthigen Holzsaat. Chemnitz: J.C. und J.D. Stöbel: 260 S.

- BECKMANN, J.G. (1759): Gegründete Versuche und Erfahrungen von der zu unsern Zeiten höchst nöthigen Holzsaat. Teil 2: Anweisungen zu einer pfleglichen Forstwirtschaft. Chemnitz: Stöbelische Buchhandlung: 260 S.
- BECKMANN, J.G. (1763): Beyträge zur Verbesserung der Forstwissenschaft. Chemnitz: J.C. Stöbel: 276 S.
- BERNHART, A. (1960): Untersuchungen über die Astigkeit von Fichten aus dem Bayerischen Wald. Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns. Nr. 31: 12 S.
- BITTER, B., HARLFINGER, T. (1972): Wertästung von Nadelbaumarten. Forstarchiv 43, 1: 19-20.
- BLECHSCHMIDT, M. (1954): Die Astung. Berlin: Deutscher Bauernverlag: 111 S.
- BÖHLMANN, D. (1970): Anatomisch-histologische Untersuchungen im Bereich der Astabzweigung bei Nadel- und Laubbäumen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 141, 7: 135-140; 10: 189-193; 11: 224-230; 12: 245-250.
- BONNEMANN, I. (1979): Untersuchung über die Entstehung und Verhütung von "Wundfäulen" bei der Fichte. Dissertation der Georg-August-Universität zu Göttingen: 173 S.
- BORGGREVE, B. (1891): Die Holzzucht (2. Aufl.). Berlin: Paul Parey: 363 S.
- BOUTELJE, J. (1966): On the anatomical structure, moisture content, density, shrinkage and resin content of the wood in and around knots in Swedish pine (*Pinus silvestris* L.) and in Swedish spruce (*Picea abies* Karst.). Svensk Papperstidning 1: 1-10.
- BROCKE, H. (1768): Wahre Gründe der physikalischen und experimental allgemeinen Forstwirtschaft. Teil 1/2. Leipzig: C.G. Hilscher: 734 S.
- BRUNN, G. (1935): Ästigkeit und Astreinigung von Fichtenbeständen im Harz und in Thüringen. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft: 511-534.
- BURCKHARDT, H. (1865): Die Aufästung der Waldbäume. Aus dem Walde: 25-48.
- BURGER, H. (1940): Astfreies Holz (Notizen aus der Schweiz. Forstl. Versuchsanstalt). Schweiz. Z. Forstw.: 254-259.
- BURGS DORF, F., v. (1787): Anleitung zur sicheren Erziehung und zweckmäßigen Anpflanzung der einheimischen und fremden Holzarten. Berlin: Selbstverlag: 272 S.
- BURSCHEL, P. (1974): Die Durchforstung in heutiger Sicht. Dargestellt an Modellen des Fichtenreinbestandes. Forstarchiv 45, 2/3: 21-28.
- BUSSE, JAEHN (1925): Wachsraum und Zuwachs (Wermsdorfer Fichtenkulturversuch). Mitteilungen aus der Sächsischen forstlichen Versuchsanstalt zu Tharandt. Band II,6: 200-285.
- BUTIN, H. (1983): Krankheiten der Wald- und Parkbäume, Stuttgart: Georg Thieme: 172 S.

- CURTIS, H. (1938): Artificial Forest Pruning: With spezial references to the healing of branch cut. *Scott. Forest. J.* 51: 138-140.
- DANKELMANN, GREBE, GAYER, LOREY, JUDEICH, KUNZE, HORN, SCHUBERG, KRUTINA und BERG, v. (1886): Allgemeiner Arbeitsplan für forstliche Ästungsversuche. *Jahrbuch der preußischen Forstgesetzgebung*, 18. Bd.: 264-278.
- DAY, R. (1950): Cambial injuries in a pruned stand of Norway spruce. *Forestry Commision. Forest Record* No 4.
- DIETRICH, G. (1973): Untersuchungen über die Astbildung und natürliche Astreinigung der Weißtanne. *Forstwissenschaftliche Forschungen. Beihefte zum Forstw. Centralblatt*, Heft 34: 95 S.
- DUCKSTEIN (1883): Zur Aufastungsfrage. *Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen* 15: 664-671.
- DÄZEL, G. (1790): Lehrbuch für die pfalzbaierischen Förster. Teil 2/3. München: Strobl: 379 S.
- EAMES, A.J., MACDANIELS, L.H. (1925): An introduction for plant anatomy. New York-London: McGraw-Hill Book Company: 364 S.
- EDWARDS, M.V., STEWART, G.G. und HENMAN, D.W. (1960): Silvicultural investigations in the forest: (B) Scotland and North England Pruning. *Rep. For. Res. For. Comm.*, London: 1958/59: 45-46.
- ENGLER, A. (1901): Zur Praxis der Aufästungen. *Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen*: 244.
- FORSTL. VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (1981): Wertästung von Nadelbäumen. Nr. 20: 10 S.
- FINGER, W. (1802): Praktische Abhandlungen vom Schnadeln und Köpfen der Bäume, vom Nutzen und Anpflanzen der Pappeln und Kopfweiden, nebst einer Anmerkung vom Schnadeln der Nadelhölzer. Nürnberg: Felpecker i. Comm.: 108 S.
- FINK und KALKHOF (1863): Über Entastungen in den fürstlich Isenburg-Büdingen'schen Waldungen. *Forst- und Jagdzeitung*: 48-50.
- GANTER, W. (1977): AFZ-Bildbericht: Unterlassene Ästung bedeutet Werts-Verlust. *Allgemeine Forstzeitschrift* 32, 7: 174.
- GAYER, K. (1880): *Der Waldbau* (2. Theil). Berlin: Wiegandt, Hempel & Parey: 367-700 S.
- GÖPPERT, H.R. (1873): Ueber die Folgen äußerer Verletzungen der Bäume insbesondere der Eichen und Obstbäume. Ein Beitrag zur Morphologie der Gewächse. Breslau: E. Morgenstern. 94 S.
- GROSSER, D. (1977): *Die Hölzer Mitteleuropas*. Berlin-Heidelberg-New York: Springer: 208 S.
- GUTSCHICK, V. (1963): Gedanken und Erfahrungen über die Ästung. *Der Forst- und Holzwirt* 18: 489-493.
- HAKKILA, P. (1970): Weight and composition of the branches of large Scots pine and Norway spruce trees. *Communicat. Inst. Forestalis Fenniae* 67, 67.6: 1-37.

- HARTIG, G.L. (1809): Lehrbuch für Förster und die es werden wollen. Wien: Rötzel und Kaulfuß. Tübingen: Cotta'sche Buchhandlung: 712 S.
- HARTIG, G.L. (1831): Die Forstwissenschaft nach ihrem ganzen Umfange, in gedrängter Kürze. Berlin: Duncker und Humboldt. 563 S.
- HARTIG, R. (1875): III. Literatur-Berichte (Referent Dr. R. Hartig): Göppert, H.R.: Über die Folgen äußerer Verletzungen der Bäume insbesondere der Eichen und Obstbäume. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen: 395-399.
- HARTIG, R. (1878): Die Zersetzungserscheinungen des Holzes. Berlin: Julius Springer: 151 S.
- HARTIG, R. (1891): Anatomie und Physiologie der Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung der Forstgewächse. Berlin: Julius Springer: 308 S.
- HARTIG, R. (1900): Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten (3. Aufl.). Berlin: Julius Springer: 324 S.
- HENMAN, D.W. (1963): Pruning conifers for the production of quality timber. Bull. For. Comm. London No 35: 49 S.
- HESSISCHE LANDESFORSTVERWALTUNG (1973): Merkblatt 3: Wertästung von Nadelbäumen: 18 S.
- HEYER, T. (1901): Die Vornahme von Aufästungen in der Oberförsterei Schiffenberg. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung: 81-86.
- HITZ, E. (1934): Über Aufästungen. Der praktische Forstwirt für die Schweiz: 5-11.
- HITZ, E. (1944): Aktuelle Probleme der Forstwirtschaft. Der praktische Forstwirt für die Schweiz 80, 9: 157-180; 173-180.
- HUBER, K. (1980): Kurzsichtige Weitverbände. Holz-Zentralblatt 106, 124: 1831-1832.
- JAEGGER, K. (1968): Erziehung und Verwertung von astreinem Fichten-, Lärchen- und Douglasienholz. Forst- und Holzwirt 23, 20: 419-421.
- KALKHOF (1864): Entastungsversuche im Gräfl. Isenburg- und Büdingen-Wächtersbach'schen Forstrevier Breitenborn. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung: 383-386.
- KELLER, R. (1968): L'élagage artificiel de branches vivantes sur résineux. Revue Forestière Française: 458-475.
- KIENITZ, M. (1878): Über die Aufästung der Waldbäume. Supplemente zur Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung, 10. Bd.: 38-82.
- KNIGGE, W. und SCHULZ, H. (1966): Grundriß der Forstbenutzung. Hamburg-Berlin: Paul Parey: 584 S.
- KNUCHEL, H. (1940): Holzfehler (2. Aufl.). Bern: Bühler & Co: 144 S.
- KOEHLER, R. (1934): Trockenästung von Fichtenbeständen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung: 7-99.

- KÖNIG, E. (1957): Fehler des Holzes. Stuttgart: Holz-Zentralblatt Verlags GmbH: 256 S.
- KÖNIG, E. (1962): Holz-Lexikon. Stuttgart: Holz-Zentralblatt Verlags GmbH: 282.
- KÖSTER, E. (1934): Die Astreinigung der Fichte. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 5: 393-416.
- KÖSTLER, J. (1950): Waldbau. Berlin-Hamburg: Paul Parey: 418 S.
- KOLTZENBURG, C. (1981): Mechanisch-biologischer Schälenschutz an Fichte. Auswirkungen auf Holz und Rinde. Schriften aus der Forstl. Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstl. Versuchsanstalt. Bd. 73: 120 S.
- KRAMER, H. (1969): Die Behandlung von Nadelholzbeständen. Allgemeine Forstzeitschrift 24, 39: 747-748.
- KRAMER, H. (1976): Grünastung und Düngung bei Fichte. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 147 (2/3): 25-33.
- KRIGUL, T. (1961): Männi - ja kuusepuistute laasimine. Tartu: Loodusuuriate Selts Eesti NSV Teaduste Akadeemia Juures: 5-191 (dt. Zusammenfassung).
- LAGERBERG, T., LUNDBERG, G. und MELIN, E. (1927): Biological and practical researches into blueing in pine and spruce. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift: 145-739.
- LAKARI, O.J. (1920): Untersuchungen über die Ästung der Fichte. Meddelanden från Forstvetenskapliga Försöksanstalten 2: 1-5.
- LAMPE, R. (1980): Die Ästung als Bestandes- und Baumpflege. Forstw. Centralblatt: 32-49.
- LANDESFORSTVERWALTUNG NORDRHEIN-WESTFALEN (1978): Informationen für den Waldbesitzer Nr. 5: Wertholzerzeugung durch Ästung von Nadelbaumbeständen: 15 S.
- LANDESFORSTVERWALTUNG RHEINLAND-PFALZ (1981): Merblätter Nr. 1: Zur Wertastung von Nadelbaumbeständen (2. Aufl.): 17 S.
- LANDESFORSTVERWALTUNG RHEINLAND-PFALZ (1983): Auszug aus den "Waldbaurichtlinien für den Bereich der Forstdirektion Rheinland-Pfalz" (4.50 Fichte): 2-24.
- LANDOLT, E. (1878): Die Aufastungen in den Hochwaldbeständen. Schweiz. Zeitschrift für das Forstwesen: 107-113.
- LANDOLT, E. (1881): Über die Aufästung der Waldbäume. Schweiz. Zeitschrift für das Forstwesen: 130-139.
- LANTELMÉ, W. (1934): Die Erziehung astreinen Nutzholzes. Der deutsche Forstbeamte 26: 492-500.
- LEIBER und MÖRMANN (1936): Wertsteigerung einheimischer Hölzer durch Aufastung. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung: 13-21.
- LELBACH (1859): Über den Einfluß des Aufastens der Nadelhölzer auf ihren Gebrauchswerth. Monatsschrift für das Forst- und Jagdwesen: 250-262.

- LÖFFLER, H. (1975): Zur Ausbreitung der Wundfäule in der Fichte. Forstw. Centralblatt 94: 175-183.
- MAHLER, G. (1969): Mechanische Wertästung. Forst- und Holzwirt 24: 89-92.
- MAR:MØLLER, C. (1960): The influence of pruning on the growth of conifers. Forestry 33: 37-53.
- MATTL, K. (1927): Einfluß der Schneitelung der Fichte auf Bodengüte und Zuwachs. Centralblatt für das gesamte Forstwesen 53, 3/4: 92-106.
- MATYAŠ, K. (1965): Erhöhung der Holzqualität durch regelmäßige Ästung. Schweiz. Z. Forstw. 116, 1: 37-45.
- MAY, K.J. (1889/90/91): Geschichte der Aufastungstechnik und Aufastungslehre. Forstw. Centralblatt. 1889: 16-32, 96-121; 1890: 84-93, 205-220; 1891: 161-175.
- MAYER, H. (1977): Waldbau (1. Aufl.). Stuttgart: Gustav Fischer: 482 S.
- MAYER-WEGELIN, H. (1933): Ergebnisse einstiger Nadelholzästungen. Silva 21, 30: 237-238.
- MAYER-WEGELIN, H. (1936): Ästung. Hannover: M. & H. Schaper: 178 S.
- MAYER-WEGELIN, H. (1952): Das Aufästen der Waldbäume (3. Aufl.). Hannover: M. & H. Schaper: 92 S.
- MELIN, E. und NANNFELDT, J.A. (1934): Researches into the blueing of ground wood-pulp. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift: 397-616.
- MENG, W. (1978): Baumverletzungen durch Transportvorgänge bei der Holzernte. Ausmaß und Verteilung, Folgeschäden am Holz und Versuch ihrer Bewertung. Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg Bd. 53: 159 S.
- MERKEL, O. (1967): Der Einfluß des Baumabstandes auf die Aststärke der Fichte. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 138, 6: 113-124.
- MEYER, H. (1968): Auswertungsergebnisse an Fichten nach Ablauf einer Zehnjahresperiode. Archiv Forstwesen 1, 7: 781-796.
- MICKLITZ, R. (1859/60): Aus den Papieren eines alten Försters (Mehrere periodische Aufsätze von Vitus Ratzka). Allgemeine Forst- und Jagdzeitung. 1859: 367-370, 405-407, 442-443, 483-485; 1860: 39-40; 70-71, 171-172, 214-215.
- MITSCHERLICH, G. und GADOW, K., v. (1968): Über den Zuwachsverlust bei der Ästung von Nadelbäumen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 139, 8: 175-184.
- MOEGLING (1956): Ertragssteigerung durch Ästung mit neuzeitlicher Wundpflege. Allgemeine Forstzeitung 11, 6: 79-80.
- MÜHLEN, F., v. (1873): Anleitung zum rationellen Betriebe der Ausastung im Forsthaushalte. Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey: 77 S.
- MÜLLER-THOMAS und SCHÜLER (1934): Aufasten von Fichten-Beständen. Der deutsche Forstbeamte 2, 50: 1102-1105.

- NÄGELI, W. (1952): Aufastungsversuche in gleichaltrigen Nadelholzbeständen des schweizerischen Mittellandes. Mitt. der Schweiz. Anst. für das Forstl. Versuchsw. 28: 271-354.
- NEGER, F.W. (1919): Die Krankheiten unserer Waldbäume und wichtigsten Gartengehölze. Stuttgart: Ferdinand Enke: 286 S.
- NEUNHOEFFER, H. (1939): Aufastung von Tannenvorwüchsen. Forstarchiv 18: 339-343.
- NÖRDLINGER, H. (1860): Die technischen Eigenschaften der Hölzer. Stuttgart: J.G. Cotta'scher Verlag: 550 S.
- NÖRDLINGER, H. (1874): Deutsche Forstbotanik oder forstbotanische Beschreibung aller deutschen Waldhölzer (1. Bd.) Stuttgart: J.G. Cotta'schen Buchhandlung: 372 S.
- NOBLES, M.K. (1965): Identification of cultures of wood-inhabiting Hymenomycetes. Canadian Journal of Botany 43: 1097-1139.
- NYLINDER, P. (1952): Om kvistning. Norrl. Skogsv. Förb. Tidskr. 2: 196-208.
- OLBERG, A. (1939): Die Ästung als Mittel zur Erziehung von Nadelholzwertholz. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen: 344-358.
- OLISCHLÄGER, K. (1969): Untersuchungen über den Wertzuwachs von Fichten nach Ästungen. Dissertation der Georg-August-Universität zu Göttingen in Hann. Münden: 127 S.
- PATERSON, A. (1938): The occlusion of pruning wounds in Norway Spruce. Annals of Botany. New Series 2, 7: 681-697.
- PECHMANN, H., v. (1934): Güteansprache an das Holz als Werkstoff und Wege zur Erfüllung der Güteforderungen im Forstbetrieb. Forstw. Centralblatt 56: 629-650, 674-695, 707-726, 729-746, 783-803, 812-837.
- PECHMANN, H., v. und SCHAILE, O. (1955): Die Auswirkungen der waldbaulichen Behandlung auf die Holzeigenschaften der Fichte. Forstw. Centralblatt 9/10: 257-320.
- PECHMANN, H., v., AUFESESS, H., v., LIESE, W. und AMMER, U. (1967): Untersuchungen über die Rotstreifigkeit des Fichtenholzes. Forstwissenschaftl. Forschung. Beihefte zum Forstw. Centralblatt, Heft 27: 112 S.
- PECHMANN, H., v. und AUFESESS, H., v. (1971): Untersuchungen über die Erreger von Stammfäulen in Fichtenbeständen. Forstw. Centralblatt 90: 259-284.
- POLGE, H. (1965): Quelques observations à propos de l'élagage des branches vivantes. Revue Forestière Française 17 (11): 717-733.
- POLGE, H. (1967): Premiers résultats de l'expérience d'élagage de branches vivantes d'épinal. Revue Forestière Française 8-9: 530-546.
- RISLEY, J.A. und SIVERBORG, S.B. (1958): Stereum sanguinolentum on living Norway spruce following pruning. Phytopathology 48: 337-338.
- ROHMEDER, E. (1939): Wundschutz an verletzten Fichten. Forstw. Centralblatt: 17-27.

- ROHMEDER, E. (1953): Wundschutz an verletzten Fichten. Forstw. Centralblatt: 321-335.
- ROLL-HANSEN, F. (1962): *Nectria cucurbitula* sensu Wollenweber, its *Cephalosporium* State, and some other *Cephalosporium* spp. from Stems of Conifers. Sxrtrykk av Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen 61, Bind XVII: 293-294.
- ROLL-HANSEN, F. and ROLL-HANSEN, H. (1980): Microorganisms which invade *Picea abies* in seasonal stem wounds. II. Ascomycetes, Fungi imperfecti and Bacteria. General discussion, Hymenomycetes included. European Journal of Forest Pathology 10, 7: 396-410.
- ROMELL, L.-G. (1940-41): Kvistningsstudier a Tall och Gran. Meddelanden fran Statens Skogsförsöksanstalt, Häfte 32 (engl. Zusammenfassung): 194 S.
- ROSENFELD, W. (1936): Die Aufastung, ein Mittel zur Wertsteigerung heimischer Hölzer. Wiener allgemeine Forst- und Jagdzeitung: 203.
- RYPÁČEK, V. (1966): Biologie holzzerstörender Pilze. Jena: VEB Gustav Fischer: 211 S.
- SACHS, L. (1978): Angewandte Statistik. Berlin-Heidelberg-New York: Springer: 552 S.
- SACHSSE, H. (1969): Sind Baumbeschädigungen durch die Klettersäge möglich. Holz-Zentralblatt 95: 1460-1462.
- SACHSSE, H. (1971): Anatomische und physiologische Auswirkungen maschineller Ästung auf lebende Nadelbäume. Holz als Roh- und Werkstoff 29, 5: 189-194.
- SACHSSE, H. (1983): Untersuchungen über die Nebenwirkungen der Klettersäge "KS 31" auf Gesundheitszustand und Holzgüte von Douglasien. Forstarchiv 2: 62-69; 3: 107-114.
- SALISCH, v. (1904): Über Ästungsbetrieb. Jahrbuch des Schlesischen Forstvereins für 1904: 45-59.
- SCHMIED, H. (1938): Über Ästungen. Österreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen: 17-27.
- SCHMUZIGER, H. (1910): Aufastungen. Schweiz. Zeitschrift für das Forstwesen: 155-164.
- SCHÖLZKE, D. (1982): Die Ästung von Fichtenbeständen in der Bundesrepublik Deutschland. Forst- und Holzwirt 37, 12: 307-314.
- SCHULZ, H. (1959): Güteklassen des Stammholzes und ihre Abgrenzung gegeneinander. Holz-Zentralblatt 85, 57: 753-757.
- SCHULZ, H. (1961): Die Beurteilung der Qualitätsentwicklung junger Bäume. Forstarchiv 32, 5: 89-99.
- SCHULZ, H. (1977): Unsere Enkel und ihr Wertholz. Holz-Zentralblatt 103, 50: 741-743.
- SCOTT, C.W. (1949): Report on a tour of Germany, Sweden and Norway to collect opinions on the pruning of forest trees and its effect on timber quality and value and related matters. Forest Products Research Laboratory: 5 S.

- SHIGO, A.L. (1980): Branches. *Journal of Aboriculture* 6, 11: 300-304.
- SHIGO, A.L. (1984a): Tree decay and pruning. *Aboricultural Journal* 8: 1-12.
- SHIGO, A.L. (1984b): The right treatments for troubled trees. *America Forests*: 13-16.
- SHIGO, A.L., MCGINNIS, E.A., FUNK, D.T. and ROGERS, N. (1979): Internal defects associated with pruned and nopruned branch stubs in black walnut. *Forest Service Research Paper. NE-440*: 27 S.
- SPAHLINGER, D. (1976): Möglichkeiten der Beeinflussung von Massen- und Wertleistungen in jungen Fichten-Beständen. *Forst- und Holzwirt* 31, 22: 257-261.
- STRASBURGER, E. (1881): Über den Bau und Verrichtung der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena: Gustav Fischer: 1000 S.
- STREHLKE, E.G. (1952): Zur Ästung der Fichte. *Forstarchiv* 23: 93-100.
- TAFTE, W. (1954): Gütebewertung des Fichtenholzes verschiedener Standorte und Ertragsklassen in Rheinland-Pfalz. Dissertation der Georg-August-Universität zu Göttingen: 104 S.
- TRENDELENBURG, R. (1937): Holzfehler - Güteverbesserung - Schutz des Holzes. *Bayernland* 48, 3: 81-96.
- TRENDELENBURG, R. und MAYER-WEGELIN, H. (1955): Das Holz als Rohstoff (2. Aufl.). München: Hanser: 541 S.
- VENET, J. (1955): L'élague artificiel des peuplements résineux. *Revue Forestière Française* 8: 607-620.
- VORREITER, L. (1943): Handbuch für Holzabfallwirtschaft (2. Aufl.). Neudamm: J. Neumann: 519 S.
- WEGELIUS, T. (1940): The presence and properties of knots in finnish spruce. *Acta forestalia fennica* 48: 1-191.
- WIEDEMANN, E. (1937): Die Fichte 1936. Hannover: M. & H. Schaper: 248 S.
- WILBRAND und KLINGELHÖFFER (1899): Das Großherzogliche Ministerium der Finanzen Abtheilung für Forst- und Cameralverwaltung No. 10 Betreffend: Baumästung in den Dominal- und Gemeindewaldungen des Großherzogthums Hessen Darmstadt, am 14. Januar 1899. In: Amtsblatt des Großherzoglichen Ministerium der Finanzen, Abteilung für Forst- und Cameralverwaltung. Darmstadt, 1899, No. 10.
- WILHELM, T. (1968): Zur Zuwachsleistung der Fichte nach Grün- ästung. *Forst- und Holzwirt* 23, 8: 157-161.
- ZEDERBAUER, E. (1909): Untersuchungen über die Aufastung der Waldbäume. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 35, 10: 413-427.
- ZIMMERMANN, M.H. and BROWN, C.L. (1971): Trees, Structure and Function. Berlin-Heidelberg-New York: Springer: 336 S.
- ZUMER, M. (1964-66): Ästungsversuche an Föhre, Fichte, Birke, Aspe, Esche und Eiche. *Meddelelser fra det Norske Skogforsøksvesen* Bind XX, 72-77: 405-579.

8. VERZEICHNIS DER TABELLEN UND ABBILDUNGEN

8.1 Verzeichnis der Tabellen

	Seite
TAB. 1: Chronologische Zusammenstellung früherer Untersuchungen über die Grünästung der Fichte und ihrer Ergebnisse bezüglich Holzverfärbungen bzw. -fäulen.	10
TAB. 2: Zusammenstellung der von einigen Bundesländern empfohlenen Ästungsverfahren für die wichtigsten Nadelbaumarten.	16
TAB. 3: Herkunft und Entstehung der Astproben.	20
TAB. 4: Zusammenstellung der an Stammquerschnitten gewonnenen Ergebnisse.	44
TAB. 5: Stammweise Zusammenstellung der Daten zur Ästung.	49
TAB. 6: Ausgangswerte der in ABB. 21a-d aufgezeigten Häufigkeitsverteilungen.	52
TAB. 7: Gliederung der 1589 nach Grünästung verbliebenen Aststümpfe nach der Schnittführung.	53
TAB. 8: Stammweise Zusammenstellung der 169 Aststümpfe mit Wulstanschnitt.	54
TAB. 9: Überblick über die 1589 untersuchten Aststümpfe aus den grüingeästeten Stammabschnitten der 74 Probestämme.	60-62
TAB. 10: Ausgangswerte der in ABB. 25 dargestellten Kreisverteilungen.	64
TAB. 11: Aufteilung der 136 Aststümpfe, bei denen es im Anschluß an die Grünästung zu Verfärbungserscheinungen gekommen ist, nach den Kriterien Wulstanschnitt und Aststärke.	65
TAB. 12: Verfärbungserscheinungen im astumgebenden Stammholz und vereinzelt auch im Astholz der 169 Aststümpfe mit Wulstanschnitt.	71
TAB. 13: Anteil der verfärbten Aststümpfe in Abhängigkeit vom Astdurchmesser aller 1420 Aststümpfe, bei denen der Wunddurchmesser dem Astdurchmesser entspricht.	78
TAB. 14: Anzahl der nach Grünästung verbliebenen Stümpfe pro Monat.	87
TAB. 15: Aufteilung der 109 Aststümpfe aus Stammabschnitten mit Fäule, die auch den Ästungsbereich erfaßt hat.	92

TAB. 16:	Aufteilung der 136 Aststümpfe mit Verfärbungen nach Grünästung im astumgebenden Stammholz - und vereinzelt auch im Astholz - nach der Art der Untersuchung, die zur Ermittlung der Fäuleerreger und der übrigen beteiligten Pilzarten durchgeführt wurden.	95
TAB. 17:	Ergebnisse der Abimpfungen.	98

8.2 Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
ABB. 1: Lage der Forstämter und privaten Verwaltungen, aus deren Beständen Probestämme entnommen wurden.	19
ABB. 2: Geästeter Fichten-Vorwuchs	22
ABB. 3: Randfichte aus dem Forstamt Waldsassen, der aus Gründen der Verkehrssicherheit einzelne, überwiegend sehr starke, grüne Äste mit Durchmesser bis zu 48 mm abgesägt worden waren.	24
ABB. 4: Längsgeschnittener, nach Trockenästung verbliebener Aststumpf.	25
ABB. 5: Längsgeschnittener Aststumpf. Der Stumpf ist bis auf die Schnittfläche fest mit dem umgebenden Stammholz verwachsen.	27
ABB. 6: Mikroschnitt an der Astoberseite im vordersten Bereich eines nach Grünästung verbliebenen Aststumpfes.	28
ABB. 7: Längsschnitt durch einen Aststumpf. Im Zuge der Ästung wurde der Wulst mit angeschnitten.	29
ABB. 8: Mikraufnahmen aus dem Grenzbereich Astholz/ a-b Stammholz.	30
ABB. 9: Stammquerschnitt in Höhe eines Astquirls	31
ABB. 10: Längsschnitt durch einen nach Grünästung verbliebenen Aststumpf.	32
ABB. 11: Querschnitte am Stamm einer geästeten Fichte in der Höhe der Astquirls.	32
ABB. 12: Entnahme der Stammscheiben mit Astquirlen an einer geästeten Fichte.	33
ABB. 13: Längsschnitte durch die einzelnen Astnarben innerhalb eines Astquirls.	35
ABB. 14: Längsschnitt durch einen nach Grünästung verbliebenen Aststumpf. Der Wunddurchmesser entspricht dem Astdurchmesser.	36
ABB. 15: Längsschnitt durch einen nach Grünästung verbliebenen Aststumpf. Der Ästungsschnitt erfaßte über das eigentliche Astholz hinaus im Astwulst das Stammholz.	36
ABB. 16: Längsschnitt durch einen Aststumpf aus einem Stamm mit starker Fäule.	37
ABB. 17: Längsschnitt durch einen Aststumpf mit a schwacher Verfärbung als Folge der Grünästung.	38

	Seite
ABB. 17: Längsschnitt durch einen Aststumpf mit b mäßiger Verfärbung als Folge der Grün- ästung.	39
ABB. 17: Längsschnitt durch einen Aststumpf mit in c die Umgebung ausstrahlender, starker Verfärbung als Folge einer unpfleglichen Grün- ästung.	39
ABB. 18: Beispiel für Folgeschäden der Grünästung an Fichte.	46
ABB. 19: Stammquerschnitt (Stammdurchmesser: 17 cm) in Höhe eines Astquirls aus einer maschinen- geästeten Fichte aus dem Forstamt Schernfeld.	46
ABB. 20: Starke Stammverletzung durch die Klettersäge an einer im Herbst 1975 geästeten Fichte aus dem Forstamt Schernfeld.	47
ABB. 21: Häufigkeitsverteilung der Astdurchmesser zum a-d Zeitpunkt der Grünästung.	51
ABB. 22: Verteilung der Aststümpfe über die Stammhöhe.	55
ABB. 23: Häufigkeitsverteilung der Ast- und Wunddurch- messer bei 169 Aststümpfen mit einem Ästungs- schnitt, der über den Ast hinaus im Astwulst das Stammholz erfaßte.	56
ABB. 24: Beziehung zwischen den Kriterien Astdurchmes- ser und Wundvergrößerung (Astfläche - Wund- fläche).	57
ABB. 25: Anteil der Aststümpfe mit Verfärbungserschei- a-d nungen im astumgebenden Stammholz und ver- einzelt auch im Astholz.	63
ABB. 26: Schadensausmaß bei 109 nach Grünästung ver- a-b bliebenen Aststümpfen mit Wulstanschnitt.	74
ABB. 27: Anteil der Aststümpfe mit Verfärbungserschei- nungen im astumgebenden Stammholz, vereinzelt auch im Astholz, von 1297 Aststümpfen mit Durchmesser bis 30 mm.	76
ABB. 28: Typische Beispiele für unpflegliche Ästungs- a-e technik.	83
ABB. 29: Jahreszeitlicher Einfluß auf die Folgen der Ästung.	87
ABB. 30: Anteil der Stümpfe mit Verfärbungen im astum- gebenden Stammholz von 268 Ästen, die während der Vegetationszeit entfernt worden waren, bzw. von 765 Ästen, die außerhalb der Vegetations- zeit entnommen wurden.	88

ABB. 31:	Fluoreszenzmikroskopische Aufnahme vom ast- umgebenden Stammholz mit Befall durch Weiß- fäuleerreger.	96
ABB. 32:	Abimpfungsbeispiele a-d	102

LEBENS LAUF

Name	Anneliese Schlegl-Bechtold, geb. Schlegl
geboren am	05.09.1955
wohnhaft	Siegfriedstraße 8a, 8000 München 40
1961-1967	Volksschule München-Großhadern; 1.-6. Klasse;
1967-1971	Mädchenrealschule der Engl. Fräulein in München-Pasing; Mittlere Reife;
1971-1973	Fachoberschule München; Fachhochschulreife;
1973-1975	Fachhochschule Weihenstephan; Fachrichtung Forst- wirtschaft; Vorprüfung;
1975-1979	Ludwig-Maximilians-Universität München; Studium der Forstwissenschaft; Diplom;
1979-1981	Wissenschaftliche Hilfskraft und freie Mit- arbeiterin am Institut für Holzforschung der Ludwig-Maximilians-Universität München;
seit 1981	mit vorliegender Dissertation befaßt;
1981-1983 und seit 1985	Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Holzforschung der Ludwig-Maximilians-Universität München.

